

الأستاذ الدكتور
عبد المنعم محمد بليغ

أحياء تحت سطح الأرض

الناشر
النهائي للطبع والنشر والتوزيع
الإسكندرية

أحياء

تحت سطح الأرض

اسم الكتاب : إحياء تحت سطح الأرض

اسم المؤلف : أ.د. عبد المنعم محمد بليغ

رقم الايداع بدار الكتب والوثائق المصرية : ١١١٨٦ / ٢٠٠١

التزقيم الدولي I.S.B.N 8 - 37 - 5463 - 977

الطبعة : الاولى

الطبعة : الشهابى للطباعة والنشر

المركز الرئيسى : نهاية شارع درويش بك ميدان غبريال الاسكندرية ت : ٥٧٤٨٦١٨

المطابع : مرغم لك ٢٥٠٥ طريق اسكندرية القاهرة الصحراوى خلف شركة بروتال

الناشر : الشهابى للطباعة والنشر

تحذير:

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف . محذور طبع أو تصوير أو إخراج
أو توليف واقتباس محتويات هذا الكتاب أو جزء منه إلا بتصريح كتابى
موثق من المؤلف . ومن يتعرض لذلك يكون عرضة للمساءلة القانونية

أحياء تحت سطح الأرض

دكتور

عبد المنعم بليغ

أستاذ علوم الأراضي والمياه

قسم الأراضي والمياه - كلية الزراعة

جامعة الإسكندرية

١٤٢١ هـ - ٢٠٠٠ م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هذا الكتاب

نحنا الكاتب فى هذا الكتاب نحوا آخر يختلف عن كتبه السابقة عن الأرض فقد رأى أن يعطى للناحية الحيوية فى الأرض بعض حقها فى هذه السلسلة من كتبه عن الأرض ولم يشأ أن يكون الكتاب من الكتب الأكاديمية عن الأرض بل شاء أن يكون كتاباً أقرب إلى الكتب العلمية المبسطة وفى نفس الوقت يتصف بالدقة العلمية ولما كان باطن الأرض يزخر بالملايين من الأحياء فقد اختار الكاتب أن يعرض لهذه الملايين ببعض الوصف حتى يوفىها بعض حقها ويوضح دورها بالنسبة للأحياء الأخرى وتتنوع هذه الأحياء من الكائنات الدقيقة (الميكروبات من البكتريا والفطريات) إلى الحشرات والزواحف وغيرها . والصفة التي تجمعها معاً هي وجودها تحت سطح الأرض ومن هنا جاء اسم الكتاب راجياً أن يكون فى هذا الاسم ما يجذب القارئ ويهيئ ذهنه للاطلاع عليه .

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

القارئ الكريم ،،

نحن نردد كلمة " أمننا الأرض " دون أن نفكر فى معناها الواقعي ولكن علماء الماضي كان منهم من أفتنع بأن الأرض هي مصدر الحياة وأنها قادرة على أن تهب الحياة ذاتياً فقد لاحظوا أن بعض الأحياء تخرج حية من الأرض دون معرفة مصدرها وتطور العلم وعرف العلماء وغير العلماء مصدر ما يخرج من الأرض من ديدان أو ففان حية ولم يعد باطن الأرض مجهولاً لدى الكثيرين من عامة البشر فقد عرف أن تحت سطح الأرض العديد من الأحياء التى لا يلائم حياتها إلا هذه البيئة الخاصة بظلامها ورطوبتها .

ومنذ سنوات رأيت بحكم تخصصي فى علوم الأراضى أن أكسب سلسلة من الكتب عن الأرض من مختلف النواحي فكان نتيجة ذلك مجموعة من الكتب شملت وصف أراضى مصر والوطن العربي وإستصلاح الأراضى مختلفة الخواص والأسملة والتسميد وتقويم الأراضى وتأمينها وتصحر الأراضى وتلوثها. والأرض كمصدر طبيعي لخير البشر بما تنتجه

وتصحّر الأراضى وتلوّثها. والأرض كمصدر طبيعي لخير البشر بما تنتجه من غذاء وكساء ومعادن وقد رأيت أن يركّز فى الكتاب الحالي على الأحياء التى تعيش تحت سطح الأرض على أمل أن يكون فيه ما يزيد نظرة القارئ عمقاً وشمولاً.

وأحياء تحت سطح الأرض عالم كبير لا يقل عدداً عما على سطح الأرض من أحياء فهو يشمل النباتات والميكروبات والحشرات والعديد من أنواع المخلوقات .

وأرجو أن يحقق هذا الكتاب ما حققته الكتب التى سبقته من إذاعة المعرفة عن "أمننا الأرض" خصوصاً وأن الأرض فى مصر وفى العديد من دول الوطن العربى تحتل موقعاً هاماً فى برامج التنمية .

نحن نعيش على سطح الأرض نبني ونعمر ونزرع ونصنع وننسى أن فى باطن الأرض أحياء يؤدون أنشطة قد تختلف عن نشاطنا على سطح الأرض ولكنه وبكل المقاييس لا يقل إعجازاً عن النشاط الذى نمارسه فوق سطح الأرض.

وتحت سطح الأرض مرتبط فى أذهاننا بما لا نحب ولا نعرف الكثير عنه فنسبنا إليه الجن وما نكرهه من المخلوقات فالثعابين تخرج إلينا من تحت سطح الأرض والفئران والزواحف جميعها تخرج إلينا لتمارس نشاطها الذى نكرهه من تحت سطح الأرض .

وتحت سطح الأرض بيئة تعج بالحياة وليس بالضرورة أن تكون حياة سكانها مطابقة لحياة البشر فلكل بيئة نوع من الحياة يلائم ظروفها .

وأول ما يتبادر إلى ذهن القارئ من مظاهر الحياة تحت سطح الأرض هو حياة جذور النباتات خصوصاً فى الغابات الكثيفة . وفى الغابة يزداد شعور الإنسان بالحياة تحت سطح الأرض فبالإضافة إلى جذور النباتات يوجد أعداد لا حصر لها من المخلوقات القارضة والزاحفة والسائكة والمتحركة ترتبط بما تحت سطح الأرض .

ودارس علوم الحياة يعرف أمثلة لا حصر لها لأحياء تعيش تحت سطح الأرض ودليلنا على حياتها تحت سطح الأرض خواص هذه المخلوقات خصوصاً عملية التنفس أى أخذ الأوكسجين وإخراج ثانى أوكسيد الكربون فهي عملية تميز المخلوقات الحية والصفحات التى أقدمها للقارئ الكريم تركز على بعض هذه المخلوقات غير أنها ليست صفحات فى علوم الحياة بقدر ما هي لمحات عن خصائص بعض ما يعيش فى باطن الأرض من نباتات وميكروبات وحشرات فكل من هذه الأحياء ذات خواص تستحق أن نتعرف إليها .

والله الموفق ،

د.د. عبد المنعم بلبع

الإسكندرية فى يوليو سنة ٢٠٠٠

الباب الأول



◊ الأرض والتربة

◊ مكونات الأرض

الأرض .. والتربة

بعد أن انفصلت الأرض عن السديم الذي أحتوى الكواكب والنجوم كانت كتلة ضخمة ملتهبة من الصخر الملتهب وبعد أن برد سطحها لدرجة تسمح للأوكسجين والهيدروجين بالاتحاد وتكون من هذا الاتحاد الماء الذي سقط على سطح الأرض وجرف فى طريقه إلى المواقع المنخفضة كل ما صادفه من صخور وتكونت نتيجة ذلك البحار والبحيرات والأنهار وظلت الانهيارات الأرضية تتوالى بانزلاق أجزاء من الصخور والجبال ثم تحملها الرياح وتجرفها السيول أميالاً والتربة التى توجد الآن فى الغابات ليست سوى حالة من حالات السكون والصخور معرضة حتماً لجميع الاختبارات القاسية التى تفرضها الطبيعة عليها فالشمس المسلطة عليها تسخنها إلى درجات حرارة شديدة الارتفاع أثناء النهار صيفا فتتمدد المواد المعدنية التى بها ثم تعود إلى الانكماش بفعل برودة الليل ويتكرر ذلك خلال عشرات ومئات وآلاف السنين وينتج عن هذا التمدد والانكماش المتوالي فصل أجزاء الصخر ولا يستثنى من ذلك أضخم الصخور فلا بد لها من التفتت يوماً .

ودرجة حرارة سطح الصخر عالية إلا أن هذه الحرارة العالية لا تصل إلى داخل الصخرة فتكون باردة على بعد بوصات قليلة من السطح فالصخر موصل رديء للحرارة وهكذا يمتد التمدد والانكماش من السطح

نحو الداخل حتى تنفصل أخيراً القشرة السطحية وتشاهد بوضوح فى الصحارى حيث الشمس المحرقة فالطبقات الخارجية تتمدد إلى أقصى حدود التمدد وتهبط الحرارة ليلاً هبوط فجائياً فيحدث انكماش سريع فى هذه الطبقات نفسها فتفصل من مواضعها .

والأجزاء الصخرية الكبيرة نوعاً التى انفصلت بفعل عوامل التجوية تطحن إلى حبيبات أدق وعندما تجرفها السيول يزداد طحنها بتقلبها فيها ويزسب الرمل والحصى عند انحناءات النهر إذ تضعف سرعة مياه النهر فتترسب الأحجام الكبيرة أولاً .

والتربة بالنسبة للأرض كقشرة البرتقالة بالنسبة إلى فصوصها غير أن التربة لا تتكون إلا بإضافة المواد الحية أو التى كانت حية فلا تربة بدون حياة فهما صنفان لا يفرقان فالكائنات الحية تسبب الفرق الكبير بين مجرد كتلة من الحبيبات المعدنية وبين التربة المعدنية .

قشرة الأرض

تحتوى قشرة الأرض الطبقة السطحية من كوكب الأرض التى تقسم إلى دوائر، والطبقات أو الدوائر الخارجية تتكون من (Rdy Chaudry : 1960)

أ - الغوسفير Atmosphere

ب - هيدروسفير Hydrosphere

ج - الليثوسفير Lithosphere

ويطلق على الجزء الداخلى من كوكب الأرض بارى سفير Bary sphere وهو ذو كثافة عالية ويتفق الجيوفيزيائيون على أن البارى سفير حالياً يتكون من مادة صلبة محاطة بطبقات تقل كثافتها تدريجياً بالاتجاه إلى الخارج وطبقة الليثوسفير يختلف تركيبها من موقع إلى آخر ويتوقف ذلك على عدة عوامل منها الحرارة والضغط السائدين فى أى موقع .

وعلى أساس هذه العوامل تقسم منطقة الليثوسفير إلى ثلاثة نطاقات والنطاق الأسفل عند عمق ١٦-١٩ كم توجد منطقة الماجمه تحت ضغط يبلغ ٥٠٠٠ جو ودرجة حرارة ١٠٠٠°م وفوقها منطقة متحولة ذات ضغط يقاس بالآلاف الأجواء ودرجة حرارة تتراوح بين أعلى وأقل من ٣٧٤°م وتتلو هذه الطبقة المتحولة نطاق التحوية ودرجة حرارته هى درجة حرارة سطح الأرض وتحت ضغط جوى تختلف بين ضغط جوى واحد وضغط عمق المحيطات .

والغطاء المائى لقشرة الأرض يغطى أكثر من ثلثى الطبقة الصلبة ويبلغ عمقه نحو ١١,٢ كم كقيمة عليا ويبلغ متوسط عمقه ٣,٢ كم ويعلو النطاق الصلب والغطاء المائى غطاء من الهواء .

وقشرة التحوية هى الطبقة العليا من الليثوسفير وتتكون من منتجات مفككة من تفتت الصخور البركانية والمتحولة Igneous and metamorphic وهى ما يطلق عليه أرض أو تربة .

ومتوسط إرتفاع الأرض ٨٢٦ م وأعلى إرتفاع ٨٨٨٨ م وأعمق نقطة فى المحيطات ١٠٧٩٧ م ومتوسط العمق ٣٦٨٢ م .

متوسط النسب المتوية لتركيب النطاق الصلب لتركيب الأرض

النسبة المتوية	العنصر
٤٧,٣٣	الأوكسجين
٢٧,٧٤	السليكون
٧,٨٥	الألومنيوم
٤,٥٠	الحديد
٣,٤٧	الكالسيوم
٤,٢٤	المغنسيوم
٢,٤٦	الصوديوم
٢,٤٦	البوتاسيوم
٠,٢٢	الهيدروجين
٠,٤٦	النيتروجين
٠,١٠	الكربون
٠,٠٦	الكلورين
٠,١٢	الفوسفور
٠,١	الكبريت
١,١٢	الباديوم
٠,٠٨	المنجنيز
٠,٠٢	السترونثيوم
٠,١	الفلورين

المصدر : Clarke Ray chaudry. Land & Soil

وإذا فرضنا أن قشرة الأرض تزداد بمعدل ثابت في مدة ٥ بلايين سنة
 (٥ × ١٠^٩) يمكن استنتاج أن سمك هذه القشرة يزداد بمعدل ١ سم كل
 سنة وإذا اكتملت العملية في خلال (٥ × ١٠^٩) سنة يصبح معدل زيادة
 القشرة ١٠ م/سنة .

وقشرة الأرض متصلة على سطح الأرض وهى عميقة فى بعض المواقع كما هى فى اندوجاينجتك Indgangetic plain واضحة ، وغير عميقة فى مواقع أخرى كما هى الحال فى منحدرات الجبال وقممها وقد تكون حمراء كما فى كاهيولا Chhola أو سوداء كما فى مرتفعات مالوا وقد تكون رملية كما فى راجيوتانا أو طينية كما فى حقول الأرز فى أحواض الأنهار غربي البنجال غير أن كل أرض تتكون من مواد معدنية وعضوية وماء وهواء وتظل المكونات الأساسية ثابتة .

وللأرض طول وعرض وعمق ، وتعرض الصخور (بركانية ورسوبية ومتحولة Igneous sedimentary and metamorphic) للشمس والأمطار والرياح لمدة طويلة وتعرضها لفعل قوى فيزيائية وكيميائية تسمى التجوية تنفتت وتحلل إلى صخور أصغر تسمى مواد الأصل . Parent material

مكونات الأرض

" الأرض " ليست مادة واحدة متجانسة بل مجموعة من المواد يساهم كل منها فى إعطاء هذا النظام الأرضي المعقد صفاته وخواصه .

ويتكون النظام الأرضي من مجموعات من المواد التي قسمت حسب حالتها الفيزيائية إلى صلبة وسائلية وغازية . ويعيش بالأرض عدد ضخم من الكائنات الحية الدقيقة وغير الدقيقة تكسب الأرض التي تعيش فيها صفات وخواص مختلفة . وفى هذه الإشارة المختصرة إلى مكونات الأرض نركز إهتمامنا على الصورة الصلبة من النظام الأرضي .

الصورة الصلبة من النظام الأرضي

يتكون الجزء الصلب من الأرض من معادن مشتقة من الصخور وقد تغيرت هذه المعادن بعوامل التجوية Weathering إما بالانحلال المباشر لها أو بتأثيرها بنواتج انحلال غيرها من المعادن والمواد الأرضية ويختلط مع هذه المعادن رواسب من كربونات وفوسفات الكالسيوم والمواد العضوية القديمة المقاومة للانحلال أو المواد العضوية ومتخلفات النباتات التي لم تتحلل .

ومن ناحية التوزيع الحجمي للحبيبات الجزء الصلب من الأرض فنقسم مكوناته إلى :

رمل خشن :	وقطر حبيباته تتراوح من ٠,٢ إلى ٢مم
رمل ناعم :	وقطر حبيباته تتراوح من ٠,٠٢ إلى ٠,٢مم
سلت (طمي) :	وقطر حبيباته تتراوح من ٠,٠١ إلى ٠,٠٢مم

ويعبر عن هذا التوزيع الحجمي "بالتحليل الميكانيكي" للأرض. ويجرى هذا التحليل عادة للتعرف إلى المكونات الأولية لحبيبات الأرض من الناحية الحجمية ولذا يتخلص من كربونات الكالسيوم والمواد العضوية التي تقوم بعملية لصق الحبيبات الصغيرة مع بعضها قبل إجراء التحليل .

تكون التربة

يتضح من فحص سطح الكرة الأرضية أن عوامل متعددة كان لها أثر كبير على خواص التربة التي تكونت على هذا السطح مثل الطبوغرافية والغطاء النباتي والأنهار وتكوين الصخور وغيرها وهذه العوامل آثار هامة على سطح الأرض وعلى طبقات الأرض من أعلى إلى أسفل حتى الصخر الأصلي وهو ما يسمى قطاع التربة وسطح الأرض الأصلي كان متعرجا غير مستوى نتيجة للبرودة والانكماش مما نتج عنه الأراضي المرتفعة والجبال والهضاب والمنخفضات حيث توجد المسطحات المائية التي تجمعت بعد ذلك مكونة البحار والمحيطات وغيرها .

وفى كثير من الأوقات كان يتتاب الأرض بعض الظواهر العنيفة مثل الزلازل والبراكين وارتفاع الجبال وانحسار المحيطات وانزلاق الثلجات

كما حدثت كسور وتشققات وتغيرات فى المناخ أدت إلى تكون الثلوج والصحارى مما أدى إلى تغير جذري فى طبوغرافية الأرض فى مواقع كثيرة وتعرضت الصحور على الجبال والمرتفعات لعوامل التجوية والتفتت بتأثير الشمس والأمطار والرياح والصقيع والثلاجات ونحر السيول والمواد التى جرفت ترسبت فى مواقع أخرى فى شكل طبقات من الرواسب من الرمل والحصى والطيني والتلال الرملية .

وسنكتفى فى حديثنا عن الجزء الصلب من الأرض بالحديث المختصر عن الطين وعن المادة العضوية الأرضية .

التوزيع الحجىمى (التحليل الميكانيكى) لمكونات بعض الأراضى المصرية

النسبة المئوية للمكون			مصدر العينة
الطين	الطيني	الرمل	
٤٠	١٨	٤٢	محطة كلية الزراعة بالإسكندرية
٣٤	٣٤	٣٢	كفر الشيخ
٤٨	٣٨	١٤	كفر الدوار
٢٢	٣٥	٤٢	مريوط
٦٧	٢٣	١٠	طمبا (النوبارية)
٣٩	٢٢	٣١	مديرية التحرير قطاع شمالى

محتوى الأرض من الكائنات الحية

النوع	العدد
البكتريا	١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ أو أكثر لكل ١ جم من الأرض
اكتينومايتسر	١٠,٠٠٠,٠٠٠ أو أكثر لكل ١ جم من الأرض
فطريات	١,٠٠٠,٠٠٠ أو أكثر لكل ١ جم من الأرض
بروتوزوا	١,٠٠٠,٠٠٠ أو أكثر لكل ١ جم من الأرض
طحالب	١٠٠,٠٠٠ أو أكثر لكل ١ جم من الأرض
نماتودا	١٠,٠٠٠ أو أكثر لكل ١ جم من الأرض
ديدان أرضية	١,٠٠٠,٠٠٠ فى فدان بعمق ٢,٥ سم

ملاحظات: يختلف العدد إختلافاً كبيراً حسب نوع الأرض والموسم الزراعى.

الطين

لا يوجد تعريف واحد دقيق للطين ولكن يوجد عدة تعريفات حسب الناحية التى ينظر منها إلى هذه المادة فمن الناحية الكيميائية يمكن اعتبار الطين (أملاحاً) لحامض الألومنيوسيليسيك Aluminosilicic مع بعض العناصر الأرضية والحديد .

ومن الناحية الفيزيائية Physical أو التوزيع الحجمى لحبيبات الأرض فقد سبق أن أشرنا إلى أن الطين هو المواد دقيقة الحبيبات التى توجد طبيعياً naturally بالأرض وتكتسب خاصية اللبونة Plasticity إذا أضيف إليها مقدار محدود من الماء ويقصد باللبونة خاصية التشكل التى تكتسبها المواد الرطبة إذا عوملت بالضغط على أن تحتفظ بشكلها الجديد الناتج عن الضغط إذا رفع الضغط عنها .

ويختلف حجم الحبيبات الذي تعتبر عنده المادة داخلية ضمن الطين فالجيولوجيون يعتبرون الطين كل مادة يقل قطرها عن ٢ ميكرون حسب التقسيم الدولي وفي هذه الحالة ليس من الضروري أن تكون المادة ذات الحبيبات الأقل من ٢ ميكرون من معادن الطين (كيميائياً) .

ويلعب الطين دوراً أساسياً في خواص الأرض الكيميائية والطبيعية وفي وظيفتها كبيئة لنمو النبات فالطين أهم مكونات الأرض القادرة على الاحتفاظ بالماء وله تأثير كبير على سهولة أو صعوبة خدمة الأرض وعلى تهويتها وقدرة الجذور على النمو فيها وهو عامل هام في خصوبة الأراضي لما يحتويه من العناصر المغذية اللازمة لنمو النبات وقدرتها على الاحتفاظ بها ويسر هذه العناصر لتغذية النبات كما أنه عامل هام في ثبات الأرض من ناحية تأثيرها الحامضي أو القاعدي لسعته التنظيمية العالية Buffering Capacity فلا يتغير الرقم الهيدروجيني (pH) للأرض سريعاً إذا كانت تحتوى نسبة عالية من الطين .

وخاصية الالتصاق بين حبيبات الطين تزيد قدرة الأرض على مقاومة عوامل النحر والانجراف بالماء والرياح .

مما ذكرنا عن الطين يتضح أنه محدد لخواص الأرض الفيزيائية والكيميائية وهو العامل الأول في التفاعلات التي تتم في الأرض . وبناء الطين وحجم بلوراته الدقيق يجعل له القدرة على جذب الكاتيونات والأنيونات الموجودة في الوسط المحيط به وهو ما يطلق عليه "تفاعل التبادل الأيوني" .

ويعتبر تفاعل التبادل الأيوني أهم التفاعلات التي تؤثر على صور العناصر المغذية للنبات ومقاديرها الميسورة لتغذية النبات ويمتد أثر هذا التفاعل إلى كثير من العمليات التي تحدث بالأرض فدراسة الأراضي الحامضية أو الأراضي الصودية (القلوية) هي دراسة الأراضي التي ترتفع فيها نسبة الهيدروجين المتبادل في الأولى والصوديوم المتبادل في الثانية المرتبط بسطح الطين .

والتحولات التي تحدث للبيوتاسيوم أو الأمونيوم أو الفوسفور أو غيرها من العناصر المغذية ينتج أغلبها عن تفاعل التبادل الأيوني على سطوح الطين وخصوبة الأراضي ترتبط إلى حد كبير بالسعة التبادلية الكاتيونية لها فالكاتيونات المتبادلة صورة ميسورة من العناصر المغذية يستطيع النبات امتصاصها ، وتفاعل التبادل الأيوني كما هو صفة هامة من صفات الطين والمادة العضوية فهو أيضا صفة هامة من صفات جذور النباتات فقد أوضحنا دراسات آلية تغذية النبات أن التبادل الأيوني يلعب الدور الرئيسي فيها .

والسعة التبادلية الكاتيونية للأرض هي مقدار الكاتيونات بالمليمكافىء التي تشبع سطح ١٠٠ جم من الأرض وعندما تكون الكاتيونات المدمصة على سطح الطين كاتيونات قاعدية ولا يوجد هيدروجين مدمص على سطح الطين يطلق على الأرض أنها مشبعة بالقواعد Saturated أما عندما تحتوى الأرض على هيدروجين مدمص (متبادل) ضمن ما تحمله من قواعد

فيطلق عليها أنها غير مشبعة بالقواعد Unsaturated وتختلف السعة التبادلية الكاتيونية حسب عدد من العوامل :

١- لما كان العامل الفعال هو سطح حبيبات الطين فكلما يزداد السطح الماص كلما زادت السعة التبادلية الكاتيونية وبالتالي فالحبيبات الدقيقة مثل الطين ذات سعة تبادلية كاتيونية أعلى من الحبيبات الخشنة والسعة التبادلية لحبيبات السلت ذات القطر ٥-٢٠ ميكرون حوالي ٣ ملليمكافى / ١٠٠ جم بينما لحبيبات الطين ذات قطر ٠,٥ - ١,٠ ميكرون تصل إلى ٣٥ ملليمكافى / ١٠٠ جم .

٢- سبق الإشارة إلى إختلاف معادن الطين بعضها عن بعض وأحد أوجه هذا الإختلاف ينعكس على السعة التبادلية الكاتيونية :

فالموتموريللونيت يدمص نحو ١٠٠ ملليمكافى / ١٠٠ جم .

والألايت يدمص نحو ٣٠ ملليمكافى / ١٠٠ جم

والكاوليتايت يدمص نحو ١٠ ملليمكافى / ١٠٠ جم

٣- تساهم المادة العضوية بالأرض بنصيب كبير فى السعة التبادلية

الكاتيونية وقد قدرت السعة التبادلية الكاتيونية للبيت Peat فكانت

نحو ١٥٤ ملليمكافى / ١٠٠ جم وللجنين ١٦١ ملليمكافى / ١٠٠ جم

وللسيليلوز Semicellulose ٣٨٥ ملليمكافى / ١٠٠ جم .

وتقوم الأرض بتغذية جميع الكائنات التى تعيش على هذا الكوكب،

وكان القدماء يرون فى عبارة "الأرض الأم" حقيقة علمية فالأرض تعطى.

الحياة مما حدا بقدامى الإغريق إلى أن يعتبروها مصدراً قد تنشأ عنه الحياة تلقائياً دون حاجة إلى الاستعانة بالتكاثر والتزاوج وقد أكد أرسطو تأكيداً جازماً أن ظهور الحياة بطريقة تلقائية حقيقة علمية فقد لاحظ أن بعض المخلوقات تنشأ من التربة ومن المواد عديمة الحياة حوله مثل مولد يرقات بعض الحشرات وخروج الفئران كاملة النمو من التربة الرطبة وظلت هذه المعتقدات سارية حتى أواسط القرن التاسع عشر فقد أتضح أن الأرض نفسها لا تولد الحياة ولكنها تعمل بمثابة جهاز تفريخ كبير لعالم الأحياء والكائنات الحية التى توجد بها .

والأرض ليست صلبة كما تبدو لنا فأكثر من نصفها أجوف بملاؤه الهواء والماء وعدد كبير من الأحياء تعيش بين الحبيبات فالكائنات الأرضية لا تعيش فى الواقع فى التربة بل بين حبيباتها فالحبيبات تكون هيكل التربة وتختلف فيما بينها إختلافاً كبيراً فى حجمها وقد سبق ذكر ذلك فحبيبات الأرض الطينية أكثرها دقة إذ يقل قطر الحبيبة الواحدة عن ٢٠٠٠/١ من البوصة مما يجعلها أصغر من أن ترى بالعين المجردة وحبيبات الرمل أكبر حبيبات التربة وتدرج فى حجمها حتى يصل قطر الحبيبة ٢٠/١ من البوصة أما التربة الطميية فحبيباتها وسط بين الرمل والطين أما الحبيبات الأكبر حجماً فتعرف بالحصى .

وبعض أجزاء من التربة يتكون من أنابيب رفيعة وثقوب مملوءة بالماء بين الحبيبات وكذلك من الغشاء المائى الرقيق المنتشر على سطوح

الحبيبات وهى بيئة تعيش فيها الكائنات الأرضية التى يمكن أن نطلق عليها "مجموعة الأحياء المائية" وكان على الحيوانات أن تغلب على الكثير من العوائق ولم يصل أى منها إلى ذلك ومنها وصلت قملة الخشب Wood lice وأقاربها الخالبون ومنهم السرطان (أبو حليمو) والجميري تعيش فى الماء وقد أستغرق تحول قملة الخشب من الحياة المائية إلى الحياة الأرضية ملايين السنين .

وبامتلاء المسافات البينية للتربة بالماء ينقطع مورد الأوكسجين فيتغير عالم الميكروبات فالبكترىا الهوائية التى تحتاج إلى الأوكسجين قد تتوقف عن الحركة ويبدأ أنواع أخرى من البكترىا (اللاهوائيه) أى التى تزدهر فى غياب الأوكسجين وتستطيع أن تتكاثر أما الهوتوزوا فتتنشط وتخرج من حوصلاتها وتأخذ فى التهام أعداد من البكترىا وينجح عدد قليل من هذه البلابيين بطريقة ما فى البقاء حياً حتى تمر الأزمة وقد توجد خلية بكترىا وحيدة فى بعض المواقع داخل جيب هوائى كما قد تبقى حشرة بمفردها متعلقة بفقاعة من الهواء وسرعان ما تنشط لإعادة تعمير منطقة من الأرض بعد تراجع الفيضان .

والدودة الأرضية تجيد السباحة إلا أنها ترتبك وتندفع نحو الخارج حيث تشل أشعة الشمس حركتها أما الشلّو (وهو من الثدييات آكله الحشرات تشبه القمثران وذات رأس طويل وفم مدبب) فيصرخ بصوت

مرتفع ويندفع ليزاحم غيره في طرف الخندق الذى يعيش فيه أما الخلد (الفأرة العمياء) فهي تجيد السباحة فلا يصيبها من الضرر غير القليل .

وتعانى الأرض من الضباب والرياح والسيول وهطول الأمطار فجأة ويؤدى ذلك إلى القضاء على الكثير من الأحياء فبعض الأحياء تحتنق نتيجة تشبيع التربة بالماء وقد يحفر بعضها الآخر أنفاقاً إلى أعماق التربة لينجو بنفسه من تدفق الماء .

ولدرجات الحرارة تحت سطح الأرض أثر كبير على الكائنات التى تسكن فيها وأوضحنا بعض الدراسات أن درجات الحرارة تبقى ثابتة طوال النهار على عمق ٥٠ سم بينما تتغير على السطح بين ١١ و ٤٤°م وانتظام درجات الحرارة سبب فى عدم إختلاف الكائنات الأرضية إختلافاً كبيراً كما كنا نتوقع فعلى بعد ٦٠ سم من سطح الأرض تكاد درجة الحرارة تكون ثابتة فى شتى بقاع الكرة الأرضية .

وتساهم جذور النباتات بإمتدادها داخل شقوق الصخور فتؤدى إلى تحطيمها نتيجة ما تفرزه من أحماض تساعد على إذابتها كما أنها تمتص الماء الموجود فى الطبقات السفلى التى تمتد إليها وتنقل الأملاح إلى الأوراق وعندما تتساقط الأوراق وتتغفن تستقر المواد المعدنية الآتية من أعماق التربة على الطبقة السطحية والشجرة التى تبدو هادئة ساكنة تكون فى الواقع نشطة تحت سطح الأرض لتجدد عالمها الخاص من التربة .

وتعمل النباتات المختلفة باستمرار على زيادة ما فى التربة من خصوبة

وللتربة أنواع كثيرة لا عدد لها بكل منها شخصية فريدة يستطيع المتخصص أن يفك رموزها ولعظم أنواع التربة طبقات ثلاثة (أفاق القطاع الأرضي) وهى :

- أ) الطبقة العليا.
- ب) الطبقة الوسطى .
- ج) الطبقة السفلى .

وقد ينقسم كل منها إلى أقسام أصغر وكثيراً ما تكون الطبقة العليا رطبة إسفنجية التكوين وقد يحدث أن تتكون الطبقة كلها من المواد العضوية مما تلقاه من أوراق الأشجار التى تتساقط عليها والحياة فى هذه الطبقة على أشد ما يكون وكذا الطبقة الوسطى .

ومن الطبقتين أ ، ب تتكون التربة الحقيقية وهما وحدهما اللتان تحتويان على الحياة أما الطبقة (ج) فهى المادة الأصلية Parent material التى نشأت عنها هذه التربة ولا حياة فيها إذا إستئثنا بعض جنور إستكشافية تشق طريقها إليها أحياناً .

أراضي السولونز

السولونز نوع من الأراضي الملحية الجرداء تكونت فى مناطق الأستبس Stepps حيث عمليات نقل الأملاح والماء نشطة ومستوى الماء الجوفي فى هذه الأراضي عادة أعمق من أن يسمح للماء بالصعود إلى

السطح بالخاصة الشعرية ولا توجد الأملاح عادة في الطبقة السطحية بل على عمق بعيد عن السطح بين ٣٠-١٠٠ سم .

ويتميز في قطاع هذه الأراضي ثلاثة أفاق :

- أفق " أ " : مغسول Eluvial ذو سمك بين ٥-٢٠ سم خفيف القوام.
- أفق " ب " : أفق إستقبال Alluvial ذو سمك من ٥-١٠ سم ذو بناء عمودي منشوري Columnar Prism كثيف القوام ذو تأثير قلوي لوجود ١,٠٪ من حامض الكربونيك ورقم هيدروجيني حوالي (٩) وصوديوم متبادل يتراوح بين ٢٠-٥٠٪ من السعة التبادلية الكاتيونية.
- أفق " ج " : أفق غنى بأملاح الكربونات أو الكبريتات أو الكلوريدات ومادة الأصل تأثرت قليلا بعوامل تكوين الأراضي وزادت بها نسبة الأملاح وتتميز أراضي السلونز بإنخفاض نفاذيتها وتماسكها وقلة تهويتها مما يؤثر على قدرتها الإنتاجية .

ويقسم كوفدا أراضي السلونز إلى مجموعتين على أساس الظروف الهيدرولوجية إلى :

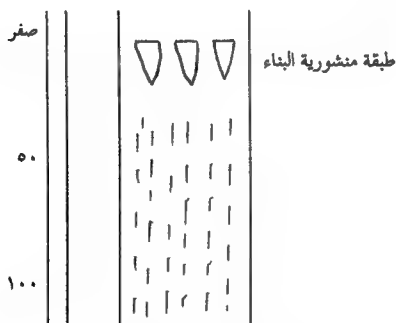
١- سلونز شبه ملحية (سولونشاك)

يكون عمق مستوى الماء الجوفي لهذه الأراضي حوالي ٣-٨ م وتركيز الأملاح منخفضا أو متوسطا ويرتفع الماء بالخاصة الشعرية في الجو الجاف ويسبب تراكم الصوديوم المتبادل في الأرض ويميز الجزء الأسفل من الأفق

"ب" وأفق "ج" بوجود نسبة من الأملاح الذائبة وفي بعض الأحيان بوجود الجبس دائماً بوجود مقادير هامة من كربونات الكالسيوم ويمكن تقسيم هذه الأراضي حسب سمك أفق "أ" فقد يكون قشرياً Crusty لا يزيد سمكه عن ٣-٥ سم أو عميقاً يصل سمكه إلى (أفق أ) إلى حوالي ١٠-١٥ سم وفي هذه الحالة تكون إنتاجية الأرض أعلى من الأرض ذات الأفق القشري .

٢- سولونز الأستبس Steppe Solonetz

تتكون هذه الأراضي عادة في المساطب المرتفعة للأنهيار حيث يكون عمق مستوى الماء الجوفي أكثر من ٢٠-٣٠ م ولا يلعب دوراً في الوقت الحاضر في عمليات تكون الأراضي .
وقطاع هذه الأراضي مشابه لقطاع السولونز ولكن درجة القلوية فيها أقل وسمك أفق "أ" كبير وتتحول هذه الأراضي عادة إلى الأراضي الكستنائية Chestnut .



رسم توضيحي لقطاع أرض سولونز

تأثير الأملاح على نشاط الكائنات الدقيقة الأرضية

أوضحت دراسات عنتر وزملاءه أن عدد الميكروبات فى بيئة من مستخلص أرض التل الكبير الصودية الملحية منخفض ، وأنه يزداد بإضافة الجبس أو الكبريت وأن الستريتوميسز *Streptomyces* كانت موجودة بأعداد عالية منذ البداية - قبل إضافة الجبس - وبدأت أعدادها تتناقص بإضافة الجبس أو الكبريت وكذا الميكروبات القادرة على تكوين جراثيم كانت موجودة قبل إضافة الجبس بأعداد صغيرة وانخفضت أعدادها بوضوح بإضافته وكانت الأزوتوباكتر موجودة بأعداد عالية فى هذه الأراضى مما يشير إلى وجود سلالات منها تستطيع أن تقاوم الرقم الهيدروجينى المرتفع (٩,٥) وبإضافة الجبس تزايدت أعداد الأزوتوباكتر كما لوحظت أعداد كبيرة من الكلوستريديوم ولو أنها أقل من الأزوتوباكتر وبدأت أعدادها فى النقصان بإضافة الجبس وكانت أعداد ميكروبات التآزت قليلة وتزايدت بوضوح بإضافة الجبس وكذا تزايدت أعداد الميكروبات المحللة للسليلوز بإضافة الجبس أو الكبريت .

وأوضحت دراسات دمرجى وجرمان بالعراق أن معدل انحلال المادة العضوية بتقدير ثانى أكسيد الكربون الناتج عن الانحلال قد تناقص بزيادة تركيز الأملاح فى النظام .

وفى الدراسات التى تجرى للتعرف إلى درجة مقاومة البقوليات للأملاح يعتمد أغلب الباحثين إلى إضافة النتروجين وبذلك لم يكن تقدير أثر الملوحة على تكوين العقد البكتيرية ممكناً وفى دراسة برنستين وأوجاتا *Bernstein and Ogata* على فول الصويا (صنف لى Lee) والبرسيم الحجازى مع إضافة النترات وبدون إضافتها إلا بمقدار يسير كبداء يساعد على النمو وفى هذه الحالة الأخيرة حققت البذور بالبكتريا واعتمد النبات إلى حد كبير على النتروجين المثبت .

وأوضح من النتائج أن فول الصويا يختلف كل الاختلاف عن الرسم الحجازي بينما قاوم تكوين العقد في الرسم الحجازي الملوحة إلى حد كبير وكان تأثير المحصول بالملوحة متماثلاً في حالة إضافة النتروجين أو في حالة عدم إضافته تأثر تكوين العقد في فول الصويا بالأملاح تأثيراً شديداً وانخفض المحصول النسبي إنخفاضاً واضحاً عندما كان النبات معتمداً على ما يستطيع تثبيته من النتروجين بواسطة البكتريا العقدية ولإزالة السبب المباشر لتأثر البكتريا العقدية بالأملاح محتاجاً لدراسة .

ولتحت سطح التربة خصائص معينة فهو مظلم، فضوء الشمس لا ينفذ خلال سطح الأرض ويختلف تركيب الهواء الأرضي عن الهواء الجوي فنسبة الأوكسجين بالهواء الأرضي أقل منها في الهواء الجوي إذ تستهلك أحياء تحت سطح الأرض جزءاً من الأوكسجين وتخرج ثاني أوكسيد الكربون ولذا فنسبة ثاني أوكسيد الكربون في الهواء الأرضي أعلى كثيراً منها في الهواء الجوي كما أن انحلال المواد العضوية الأرضية ينتج غاز ثاني أوكسيد الكربون .

ثاني أوكسيد الكربون والأوكسجين في الهواء الأرضي في أراض مختلفة القوام

النسبة المئوية بالحجم						العمق بالسـم
أرض رملية		أرض طمييه طينية		أرض طينية		
ك أ _١	أ _١	ك أ _١	أ _١	ك أ _١	أ _١	
٠,٨	١٩,٩	١	١٩,٨	٠,٧	١٨,٢	٣٠
١,٣	١٩,٤	٣,٢	١٧,٩	٣,٨	١٦,٧	٦٠
٢,١	١٨,٣	٦,٢	-	٧,٩	١٢,٣	١٢٠
٢,٧	١٧,٩	٧,١	١٥,٣	١٠,٦	٨,٨	١٥٠

المصدر : Soil-Plant Relationship C.A Black

ويتضح من الجدول السابق أن تركيب الهواء الأرضى يختلف حسب العمق كما أنه يختلف حسب قوام الأرض فالأرض الرملية يكون التبادل الغازى فيها أيسر منه فى الأرض الطينية فلا يحدث فى الأخيرة تبادل غازى مع الهواء الجوى فيتجمع فيها ثانى أكسيد الكربون ويستنفذ منها الأوكسجين بدرجة أعلى منها فى الأرض الرملية .

الغاز	تركيب الهواء الجوى	تركيب الهواء الأرضى
الأوكسجين	٢١%	٢٠%
النروجين	٨٧,٠٣	٧٨,٦
الأرجون	٠,٩٤	٠,٩
ثانى أكسيد الكربون	٠,٣	٠,٥

• الهواء الأرضى تحت ظروف تهوية جيدة والهواء الجوى فى منطقة بعيدة عن المدن.

تربة المناطق الممطرة وتربة المناطق الجافة

يكون غطاء أرض المناطق الرطبة طبيعياً للغابات وتساقط أوراق أشجارها على سطح التربة وتتجمع عليها وتكون سمكا واضحا فوقها وعندما تتحلل هذه الأوراق تتكون طبقة من الدبال فوق سطح الأرض وتختلط بالطبقة السطحية وإذا أدى ذلك إلى تكون تربة عضوية وتكتسب التربة صفات مميزة فلونها أسود فحمى وتزداد نسبة المادة العضوية الأرضية فى التربة بوجه عام .

وهذه الأراضي حامضية نتيجة ما ينتج عن انحلال المواد العضوية من

أحماض كما أن سقوط الأمطار ورشح الماء خلالها يغسل ما قد تحويه من كاتيونات متبادلة إلى باطن الأرض وتزداد فرصة تشبع سطوح التربة بالهيدروجين المتبادل .

ويعبر عن هذه الحموضة بأرقام pH وتزداد الحموضة بانخفاض رقم pH عن (٧) وتقل الحموضة (وتزيد بالتالي القاعدية) بارتفاع رقم pH عن (٧) فرقم pH هذه الأراضي قد ينخفض إلى ٤ فهي أراضي واضحة الحموضة .

وتربة المناطق الجافة قليلة النباتات مما يقلل ما ينمو داخلها من جذور ولا تنمو بها الأشجار كغطاء نباتي طبيعي فلا يتساقط غطاء كثيف من الأوراق على سطحها وكل ذلك يؤدي إلى تربة فقيرة في المادة العضوية . والمسافة من سطح التربة حتى الماء الجوفي الذي قد تستقبله هذه الأراضي نتيجة رشح الماء جوفياً من الأنهار المجاورة وهذه المسافة القصيرة هي التي تحتوى الأحياء سواء جذور النباتات أو غيرها من الكائنات وبالتالي لا يحتوى تحت سطح الأرض أحياء بدرجة كبيرة ويصعد الماء الجوفي بالخاصة الشعرية نحو سطح الأرض ويتبخر تاركاً محتواه من الأملاح لتتجمع على سطح الأرض وبالتالي تكتسب التربة صفة الملحية مما يزيد عدم قدرة النباتات وغيرها على النمو فيها .

والأرض المتأثرة بالأملاح تميل إلى التعادل ولو أنها من الممكن أن تميل إلى القاعدية حسب نوع الملح السائد فإذا كان الملح السائد صودياً زاد

تشبع سطح التربة بالصوديوم المتبادل الذى ينحل فى وجود الماء إلى هيدروكسيد صوديوم عالي القلوية .

والأرض الصودية بصفة عامة بيئة لا تشجع النمو الجيد للجذور فيها إذ أنها سيئة التهوية وتعانى النباتات فيها ما يسببه الصوديوم الزائد من أضرار.

أراضي الصحارى

عندما يقل سقوط الأمطار سواء مرات هطولها أو مقدار الماء الذى يسقط فى كل مرة تقل النباتات النامية وقد يصل الأمر إلى تجرد المساحة من النباتات ولا يحدث غسيل للتربة ويزداد الغطاء الرملي الذى ترسبه الرياح على سطح الأرض .

وتحت هذه الظروف تتكون أرض ذات خواص ناجمة من الظروف التى تكونت فيها وأهم أنواع الأراضى فى هذه المناطق الصحراوية هى الأراضى الجيرية والأراضى الرملية .

الأراضى الجيرية

تميز هذه الأراضى بأنها تنتشر إنتشاراً واسعاً متى توفرت الظروف الآتية :

- ١- مادة الأصل **Parent material** السائدة فى المنطقة هى الحجر الجيري والدولومايت والكالسليت أو على الأقل تكون غنية فى الكلسيوم مثل البازلت .

٢- يكون المناخ السائد بالمنطقة جافاً أغلب السنة فلا تكفى الأمطار لإذابة وتقل كربونات الكلسيوم بالقطاع الأرضي إلى أسفل ولذا تظل كربونات الكلسيوم منتشرة فى القطاع الأرضي .
وتتميز هذه الأراضي بعدد من الخواص تلور أساسياً على محتواها من كربونات الكلسيوم ويرى رولان Reullan أن هذه الخواص هي :

- مقدار كربونات الكلسيوم فى صورة حبيبات دقيقة أقل من ١ مم منتشرة فى القطاع كله فلا تستطيع العين المجردة تمييز حبيباتها من حبيبات التربة .
- توجد فى صورة تجمعات تتركز فى مواقع من القطاع الأرضي يفصلها عن بعضها مواقع أخرى وتوجد الكربونات فيها بنسبة منخفضة نوعاً وفى صورة دقيقة الحبيبات مختلطة مع باقي حبيبات التربة .
- قد تأخذ تجمعات الكربونات صورة تشبه الخيوط إذ تملأ الكربونات فجوات التربة الناتجة عن انحلال جذور النباتات .
- قد توجد فى شكل كتل هشة بيضاء مختلطة بآثار من اللون الأحمر أو الأسود أو فى صورة عقد صلبة لا تنفتت بين الأصابع وتختلف صلابتها حسب درجة رطوبتها فتزداد بالجفاف وتقل بزيادة الرطوبة.
- وقد تكون كربونات الكلسيوم مجمعة فى تجمعات متصلة بطول القطاع إما مختلطة بحبيبات التربة أو فى صورة عقد وقد تكون فى هذه الحالة ٦٠٪ من مكونات التربة .

وقد أوضحت بعض الدراسات أن انتشار الماء فى الأراضى الجيرية أسرع منه فى الأراضى المعدنية ذات القوام المائل لها .

أثر كربونات الكالسيوم على يسر الحديد للنباتات

تشير كثير من الدراسات إلى أن الأراضى الغنية بكربونات الكالسيوم يكثر ظهور أعراض نقص الحديد على النباتات النامية فيها ولكنها لم تظهر فى وجود نسبة عالية من كبريتات الكالسيوم مما يشير إلى أن زيادة الكالسيوم نفسه ليس العامل الأساسي فى ظهور هذه الأعراض .

وقد أوضحت دراسات أخرى أن وجود تركيز ١٢ ملليمكافى من بيكربونات الصوديوم فى اللتر من المحلول المغذى أدى إلى ظهور أعراض اصفرار على نبات Delligrass ولكنه لم يودى إلى ظهورها على نبات Rhodes gress ويرى Sears & Peterson أن التفاعلات بين الكربونات والحديد قد يكون عاملاً فى خفض يسر الحديد للنبات لأنها تودى إلى أكسدة الحديد إلى حديدك فتحول الحديدوز إلى حديدك يقلل امتصاص النبات له .

الأرض الجيرية كبيئة لنمو النبات

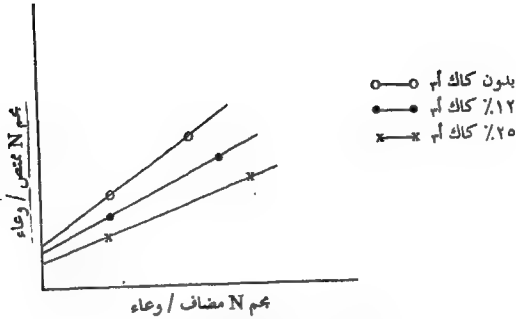
منحنى الرطوبة فى هذه الأراضى يشبه منحنى الرطوبة فى الأراضى الرملية أى أن الأرض تفقد الماء فى المدى الذى يستطيع أن يمتصه النبات مما يستلزم الرى المتقارب للنباتات فى هذه الأراضى .

وتتكون قشرة صلبة على سطح الأراضي الجيرية وقد تؤدي هذه القشرة إلى تأخر إنبات البذور وأوضححت بعض الدراسات إن للحصول على نسبة عالية من الإنبات يجب ألا تقل نسبة الرطوبة عن ٠,٣٣. جو أن يكون عمق البذور أقل من ٤ سم وقد لوحظ في استزراع هذه الأراضي انهيار بناء التربة عند الري وتصلبها عند الجفاف وانهدام بناتها يسرع بانجرافها عند الري وتصلبها بالجفاف يجعل حرثها شديد الصعوبة مما يستلزم ريها وانتظار جفافها إلى الدرجة المناسبة لحرثها .

ووجود كربونات الكالسيوم وهى مادة لاحمة له دور هام فى تكوين طبقات صلبة غير منفذة تعترض القطاع الأرضي .

والمشكلات الغذائية التى تواجهها النباتات النامية بالأراضي الجيرية رغم أنها مشكلات مميزة لهذه الأراضي فإن الأسباب المباشرة لها غير واضحة وضوحاً كافياً فهي مزيج من زيادة كـربونات الكالسيوم وزيادة القلوية مما يؤثر على يـسر الفوسفات والحديد والمنجنيز والزنك .

وحديث بالإشارة أن مشكلات تغذية النبات فى هذه الأراضي ليست مرتبطة بالنسبة الكلية لكربونات الكالسيوم بالأرض وكذا فقد الأمونيا من الأسمدة الأمونيومية عند إضافتها إلى الأراضي الجيرية مما يؤدي إلى إنخفاض إستجابة الحاصلات النامية بها للتسميد بهذه الأسمدة كما هو موضح بشكل رقم (١) .



شكل (١): أثر كربونات الكالسيوم على امتصاص السماد الأمونيومي

المملكة النباتية

يقسم علماء الحياة الأحياء إلى ممالك فالنباتات لها المملكة النباتية التي تنقسم إلى أقسام يقل عدد أفرادها عن الأعداد الكبيرة لأفراد المملكة والحيوانات لها ما يسمى المملكة الحيوانية وهي بدورها ذات أقسام متعددة يحتوى كل قسم منها على مجموعة من الأحياء التي تتشابه في بعض خصائصها ومن هذه الأقسام الثدييات والزواحف والحشرات وغيرها. إضافة إلى هاتين المملكتين توجد أحياء دقيقة الحجم لا ترى بغير المجهر وهي أيضا تنقسم إلى مجموعات تتشابه أفرادها ففيها مجموعة البكتريا ومجموعة الفطر وغيرها .

إختراع المجهر (الميكروسكوب)

كان اختراع المجهر (الميكروسكوب) بواسطة أنتونى لينوفسوك Antony Leauwehnfock فى الفترة (١٦٣٢ - ١٧٢٣) بمدينة دلفت بهولندا من الخطوات ذات الأثر العميق فى حياة البشر فى كل مكان فقد فتحت عيونهم على عالم كبير من الكائنات الحية الدقيقة التى لا ترى بالعين المجردة تعيش جنباً إلى جنب مع الإنسان تشاركه طعامه وشرابه بل وتسكن داخل جسمه ولم يكن يعرف عنها شيئاً ولو أنه كان يحس بعض آثارها عندما يمرض جسمه ويستخدمها دون أن يعي فى صنع طعامه ومنتجاته مثل الخبز والخمر وبعض منتجات الألبان .

وما أن أمتلك الإنسان هذه الآلة السحرية (المجهر) حتى مضى يوجهها إلى كل ما يعرف وما لا يعرف . وتوالى الدراسات والبحوث وتوالى معها الاكتشافات والانتصارات ومن أهم من إستخدم المجهر لويس باستير الذى كان أستاذاً فى الكيمياء بجامعة ليل Lille بفرنسا وكانت إكتشافات لويس باستير Louis Pasteur (١٨٢٢ - ١٨٩٥) خطوات مضيئة فى تاريخ البشر ورغم ما كان يعانيه هذا الرجل من مرض الشلل الذى لازمه من سن الأربعين حتى توفى فإنه لم يتوقف عن العمل وأعطى البشر ما ينعمون به اليوم من دراسته للخميرة ونظريته فى التخمر اللاكتيكى وطريقة بسترة اللبن ودراسته لمرض دودة الحرير الذى هدد صناعة الحرير فى فرنسا ويذكر لباستير دائماً ثلاثة فتوحات علمية

خالدة كفاحه لإدخال الاحتياطات التى تحد من انتشار الميكروبات ولذا استطاع Joseph فى إنجلترا إدخال التعقيم فى الجراحة .

الحياة تصل إلى الأرض

يحصل النبات على العناصر الضرورية لنموه من الأرض ومن المعروف أن أهم هذه العناصر (بمعنى أن النبات يحتاج إلى مقادير هامة منها) هي البوتاسيوم والفوسفور والنتروجين والعنصران الأولان يوجدان بكميات مناسبة فى الصخور فى صور أملاح كربونات وكبريتات وفوسفات البوتاسيوم والكلسيوم والمغنيسيوم غير أن محتوى الصخور أو التربة الناتجة منها من النتروجين شئ قليل لا يكفى احتياجات النباتات ورغم أن النتروجين يكون نحو ٨٠٪ من الهواء الجوى .

وثار جدل بين العلماء عن مصدر مركبات النتروجين التى يستطيع النبات أن يمتصها ومن أهمها النترات والأمونيوم وأقترح بعضهم أن البرق الذى يحدث فى طبقات الجو هو عبارة عن شرارة كهربائية ذات حرارة عالية تكفى لإتحاد النتروجين الجوى مع الهيدروجين ليكونا الأمونيا التى تذوب فى ماء المطر .

وأمكن فى أواخر القرن التاسع عشر إثبات أنه فى الإمكان أن يوجد بالتربة مقادير صغيرة من النتروجين (من انحلال المواد العضوية) وقد شغل علماء الكيمياء فى أوروبا بموضوع عزل الكائنات الدقيقة التى تحول النتروجين إلى مركبات يمتصها النبات وهي أنواع من البكتريا غير أن

محاولاتهم لم تكن قاطعة وأخيراً توصل سرجيوش فيتوجرادسكى إلى إثبات أن بعض الميكروبات تأخذ النتروجين من الجو وتحوله إلى مركبات نتروجينية مباشرة إلى حد يثير الدهشة وحاول أن يعزل كائناً يستطيع أن يصنع المركبات النتروجينية الضرورية لحياته ولنمو النباتات وبذا يكون فى إمكان هذا الكائن أيضاً أن يعيش فى غيبة هذه المركبات وبعد دراسات مستفيضة أوضح أن الميكروبات الوحيدة التى إحتفظت بالحياة فى وسط غذائي فى غيبة النتروجين كانت ثلاثة أنواع من البكتريا وكان من الصعب تحديد أي هذه الأنواع هو القادر على هذا العمل وعقب ذلك قام فيتوجرادسكى بسلسلة من التجارب الفاشلة إلى أن استطاع أن يفصل الأنواع الثلاثة بعضها عن بعض .

كما أنه لا يتيسر تثبيت النتروجين الجوى سواء للنبات أو للبكتريا كل على حدة حتى لو كانت البكتريا مستخرجة من العقد مباشرة فالنبات الحي يمد البكتريا بالكربوهيدرات والطاقة على صورة سكر والبكتريا تمتص النتروجين من الهواء وتجعل الحصول عليه ميسوراً للنبات وكلاهما معاً يكونان فريقاً متكاملأ .

وقد ثبت أن النبات البقلى دون وجود البكتريا لا يتميز عن غيره من النباتات فقد غرست بذور النبات البقلى بعد تعقيمها فى تربة معقمة وعندما نبتت البذور أمكن للنبات إمتصاص النتروجين الأرضي ولكنه لم يمتص زيادة فى مقدار النتروجين عما كان بالأرض وبإضافة البكتريا

المكونة للعقد إلى التربة ظهرت عقد البكتريا على جذور النبات سريعا وزاد مقدار النتروجين فى التربة .

وأوضحت الدراسات العملية أنه يوجد نوعان من العقد فنوع مفيد *Beneficial rhizobia* الذي يكون عقداً كبيرة على منتصف الجذر الوتدي والسلالة غير المفيدة *nonbeneficial rhizobia* وهى التى تكون عددا من العقد الصغيرة على أطراف المجموع الجذري .

ويختلف حجم وشكل العقد باختلاف نوع النبات فعقد جذور الرسم مستديرة أو بيضاوية الشكل والتي على جذور الياسلاء كروية مطالة وأكبر نسبيا وعادة فى شكل عنقودى وعقد فول الصويا كبيرة نسبياً مستديرة وتلتصق بالجذر بقوة بينما عقد الرسم الحجازي *Alfalfa* فطويلة عادة تشبه الأصابع .

وفى دراسة العقد يسجل موقعها على الجذر وكيفية إتصالها به وحجم وشكل العقد على جذر النبات .

وتقطع العقدة بموس لتغطى قطاعاً عريضاً لها ويضاف إلى المقطع صبغة الـ *erythrin* على صفحة زجاجية وتغطى ثم تفحص بالمجهر بالعدسة الكبيرة والعدسة الصغيرة ، وعلى الذي يجرى الاختبار أن يعرف لماذا يجب تعقيم سطح العقدة .

التركيب الداخلى لعقدة على نبات بقولي

نلاحظ الآتي :

- القشرة الخارجية ذات مظهر إسفنجي .
- محيط الاتصال .
- عناقيد الأوعية المتصلة .
- أن النواة مشوهة .
- الخلايا حديثة العدوى في البكتريا .
- القمة المستتبقة وموقعها وحجمها .

وعزل بكتريا العقدة أمر سهل ما دامت العقد سليمة فأول خطوة هي إزالة الطبقة الخارجية بواسطة التعقيم والغسيل المتوالي ، مع ترك جزء صغير من الجذر ملتصقا بالعقدة وتخلص بماء جار من أى حبيبات تربة ملتصقة بالعقدة بواسطة فرشاة (شعر الجمل) .

وتوضع العقد فى طبق بترى يحتوى على كلوريد الزئبق ١ : ١٠٠٠ لمدة ٣-٦ دقائق ثم تحرك العقد بملقط معقم مع التحريك حتى يتم تنظيف العقدة ثم يضاف ١ سم^٢ من ماء معقم لكل ٦ أطباق بترى ثم تخرج العقدة من الطبق الأول وتهرس بملقط معقم وتخلط العصارة الناتجة exudate بالماء وبعده حلقات من الماء المعقم لكل طبق بترى وتنقل ٥ أطباق مع الخميرة فى ماء المانيتول Water manitol agar وتخفض فى وضع مقلوب على درجة حرارة الغرفة وتفحص بعد أسبوع .

وقد أوضح إستخدام هذه التقنيات أنواع البكتريا العقدية وصعوبة عزل هذه البكتريا من الأرض مباشرة والذين يدرسون باكتريولوجيا

يعرفون تشابه البكتريا العقدية مع أنواع البكتريا الأخرى مثل
Rhizogenes A. radiobacter Agrobacterium radiobacter وهي
أنواع موجودة عادة في العقد البكتيرية وتسبب الأخيرة إنتفاخاً جذرياً
غزير الشعيرات .

وتؤدي البكتريا دوراً حيوياً بالغ الأثر فكل ما على الأرض من حياة
نباتية يعود إلى التربة وعوامل انحلال هذه المواد النباتية هي البكتريا إذ أن
لها قدرة على أن تحلل أنواعاً لا حصر لها من المواد ومن بينها بعض المواد
التي يجد الإنسان صعوبة في تحليلها في معاملة .

والبكتريا موجودة في جميع أنحاء الأرض سواء في المواد الحية أو غير
الحية وتنقسم البكتريا * إلى ما يأتي :

١- النوع Species

هو مجموعة تشمل البكتيريات المتشابهة في كل صفاتها ويقوم
الباحث بتحديد الاختلافات التي قد تميز بين نوعين مختلفين وعرف
Hitchcock النوع النباتي بأنه الوحدة التقسيمية التي تتكون من مجموعة
من النباتات المتشابهة وحيث أن النوع هو اعتبار تقسمي فإنه من
الصعب تعريفه وتحديد له ويرى كثير من العلماء بأن الصفات التي يمكن
تقسيم النوع على أساسها يجب أن تكون صفات ثابتة وغير متغيرة .

* أ.د. مصطفى كمال أبو الذهب (البكتريا) ، دار المعارف ، ١٩٦٥

٢- الجنس Genus

وهى مجموعة تشمل الأنواع التى تتميز بصفات ثابتة وغير متغيرة وأن توجد علاقة بين هذه الصفات. بمعنى أن جميع عدة أنواع تحت جنس واحد يجب أن يتم طبقاً للتشابه فى الصفات الطبيعية الثابتة التى ترجع إلى تطابق التركيب الوراثي للأنواع .

٣- العائلة Family

مجموعة من الأجناس المتشابهة أو المتقاربة ويشق اسم العائلة من اسم الجنس الممثل لها مع إضافة مقطع *Bacillacea accae* .

٤- الرتبة

مجموعة من العائلات المتشابهة أو المتقاربة ويشق اسمها من اسم العائلة الممثلة لها مع استبدال المقطع *accae* بالمقطع *ales* .

وإذا كانت النترات موجودة فى التربة أو (التربة المسمدة بالنتروجين) فإن البكتريا تدخل جنور النبات البقلى غير أنها لا تكون عقداً كما أن البكتريا تفرز مواد كيميائية تؤثر فى خلايا الجذر وتجعلها تتشعب وتكون أنتفاخات عقدية ويبدو أن النبات البقلى بدوره يفرز المواد الكيماوية التى تبعد كل أنواع البكتريا عدا النوع المرغوب فيه .

وللبكتريا كثير من الأعداء وأشدّها ضرراً هو الـ *Phage* أو الملتهم ، والملتهمات *Phages* كائنات غريبة توجد بأعداد كبيرة ولا يزيد حجمها

عن الجزيء العادي إلا قليلاً ويمكن رؤيتها بالميكروسكوب الإلكتروني إلا أن الباحثين باستخدام هذا الميكروسكوب لا يذكرون عنها إلا القليل .

والتسمية الأحدث لهذا الـ Phage هي الفيروس Virus ويبلغ قطر الفيروس الواحد جزءاً من ٢,٥ مليون بوصة وهى ذات رأس مستدير يتكون من حمض النوكليك ولم يكتشف به أية نواة ويحيط بها غشاء رقيق جداً وللكتير منها ذنب يتكون من مادة بروتينية .

ويعمل ذيل الفيروس كما لو كان أبرة محقن يمر فيها حامض النيوكليك Naucleic من الفيروس إلى الخلية البكتيرية ويظل هو خارجها تاركاً غلافه فارغاً وبعد أن تبتلع البكتريا الفيروس سرعان ما يمتلىء داخليها بمئات منه مئات الفيروسات لتعيد دورة حياتها وإذا لم توجد بكتريا جديدة فى المنطقة نفسها فإن الملتهمات تستطيع البقاء داخل غلافها مدة تكاد تكون غير محدودة.

وتوجد أنواع من البكتريا يتوقف عليها وجود الحياة على الأرض تعيش فى جنور النباتات البقلية (البرسيم والفول والفاصوليا ...) وهى البكتريا الأساسية فى تثبيت النتروجين الجوى فيتكون منه مقدار يصل إلى ٢٠٠ رطل/فدان سنوياً وعمل هذه الأنواع من البكتريا ضروري بالنتروجين وهو أصعب العناصر من حيث قدرة الكائنات الحية على الحصول عليه بالرغم من أن الهواء الجوى فوق كل فدان من الأرض يحتوى أكثر من ٣٦ ألف طن من النتروجين غير أنه لا يتحد ليكون مركبات يمكن للنبات إمتصاصها عن طريق الجنور .

ويتواجد على جذور بعض الحاصلات البقلية عقد لم يعرف سببها إلا حديثاً نسبياً عندما قام بوسنحوت Bousingout بدراسات وتجارب أثبت منها أن زراعة الريسم تكسب الأرض المزيد من النتروجين بينما لا تحدث في زراعة القمح ذلك وقد أوضح أن النباتات البقلية كالريسم تستطيع بطريقة ما أن تحصل على النتروجين من الجو ولكن لم يستطيع أحد توضيح كيف تقوم نباتات الريسم بهذا العمل .

وتقوم البكتريا الحرة بتثبيت النتروجين وهى :

١- الأزوتوباكتر *azotobacter* وهى هوائية تنتشر فى كثير من الأراضي ماعدا الأراضي الحامضية فى المناطق الاستوائية .

٢- الكلوستريديوم *Chlostridium* أكثر انتشار من الأزوتوباكتر وأغلب وجودها فى حالة بجرثومية أما الحالة الحضرية فتكون عادة فى ظروف غير هوائية بعد سقوط الأمطار .

وقدرة هذه البكتريا على تثبيت النتروجين تحت الظروف الطبيعية محدودة لحاجتها إلى مصدر للطاقة .

والتثبيت بواسطة بكتريا العقد الجذرية فى البقول (البكتريا التكافلية) وأهم الأجناس التى تعيش بطريقة تكافلية - تبادل نفعى - مع جذور البقول هى *Rhizobium* ولهذا النوع من النشاط التكافلى أهمية إقتصادية كبيرة وذلك لانتشار النباتات البقولية فضلاً عن قيمتها الإقتصادية .

وأوضح بعض الباحثين أنه يوجد يمحذور بعض النباتات غير البقلية أنواع من البكتريا لم يتم تعريفها بعد تستطيع أن تقوم بتثبيت النتروجين الجوى وأن هذه النباتات واسعة الانتشار فى مناطق مختلفة من الأرض .

وإتضح من دراسات Fogg أن أنواعاً مختلفة من الطحالب *algi* الزرقاء أو الزرقاء المخضرة تثبت النتروجين الجوى وتوجد هذه الطحالب فى جميع البيئات التى يتوفر فيها ضوء الشمس وتتميز بأنها ذاتية التغذية *autotrophic* ولذا تستطيع أن تصنع جميع إحتياجاتها الحيوية من ثانى أكسيد الكربون والنتروجين المنفرد والماء والأملاح المعدنية كما أنها ذات علاقة تكافلية *Symbiotic* مع نوع آخر من الكائنات الدقيقة ثم *Lichen fungi* وأوضح أن قدرة هذه الكائنات على تثبيت النتروجين الجوى تكون فى ضوء الشمس ولذا فنشاطها غالباً فى طبقات القشرة السطحية من التربة .

الباب الثاني



◊ أحياء التربة

البكتيريا - الفطر - النمل - النماتودا -
ديدان الأرض

◊ أحياء تحت سطح الأرض

أحياء التربة

تحتوى قبضة من التربة عدداً من الأحياء بدء من الأحياء الأصغر من الميكروبات مثل الفيروسات إلى البكتريا والاكثينومايسيتس والفطريات واللاجى والبروتوزوا وديدان الأرض والنمل وغيرها من الحشرات والحيوانات .

وتحتوى قبضة التربة هذه بمجموعات ضخمة من الأحياء وأنواعاً من الحياة الأرضية التى تتكاثر بسرعة فائقة فى الظروف الملائمة ويطلق النشاط الحيوى لأحياء التربة فى التربة الباردة بينما تكون التربة الرطبة والدافئة والمهواة بالدرجة الملائمة ظروفأً ملائمة والواقع أن المجموعات الكبيرة النشطة من ديدان الأرض تدل على غنى التربة وكذا عدد من أحياء التربة وفى نفس الوقت فإنها تتكاثر بالملايين فى الأسبوع الواحد رغم أنها لا ترى وكلما زاد عدد الكائنات الدقيقة وزاد نشاطها كلما زادت خصوبة الأرض التى يتوقف تحسينها أو تلفها على ظروف الحياة بها وعلى إمدادها هذه الأحياء بالمغذيات ولهذا الحقيقة أهمية خاصة فى الإدارة العلمية للتربة.

وتعتبر البكتريا والفطريات والطيور وجميع الأحياء الأخرى جزءاً دائماً من البيئة خلال تكون الأرض وتساعد ديدان الأرض والنمل بشكل دائم على تحول الصخور إلى تربة .

ومن أحياء التربة يوجد أحياء تحلل المواد العضوية وتحول النتروجين وتنتج المضادات الحيوية وأحياء أخرى تؤثر على ظروف نمو النبات، والبكتريا هي أصغر الأحياء التي تعيش مستقلة فى التربة وأكثرها عدداً ويبلغ حجم عشرة ألف منها ١ سم^٣ وبالرغم من حجمها الدقيق فإن وزنها فى المتر السطحي من هكتار من الأرض قد يزن ٣,٧ ألف كجم أو نحو ٠,٠٣٪ من وزن الأرض وتحتوى الأرض الفقيرة والأرض الرملية قليلاً من البكتريا .

وللبكتريا بروتوبلازم جيلاتينى مغطى بجدار الخلية ويعتمد أغلبها على الفضلات وتستخلص منها ما تحتاجه من كربون وطاقة من المواد العضوية وتعرف بأنها مترمة Heterotrophic والبكتريا التى لا تتطلب مواد عضوية معقدة يطلق عليها **autorophic** وبعضها ذو بقع صبغية وبذا تتمكن من إستخدام ضوء الشمس وتستخدمه للحصول على حاجتها من الطاقة وتقوم بأكسدة مواد غير عضوية وتعتمد على ثانى أكسيد كربون الهواء الجوى ويوجد من هذه المجموعة بكتريا تستطيع أن تؤكسد أول أكسيد الكربون إلى ثانى أكسيد الكربون وتؤكسد الكبريت إلى كبريتات والنتروجين إلى أول أكسيد النتروز والأخير إلى حامض نيتريك أو إلى مركبات نيتروجينية عضوية مثل البروتين النباتى والحيوانى، ولا يستطيع أن يستخدم نتروجين الهواء الجوى غير عدد محدود من الميكروبات ومن بكتريا التربة التى تستخدم النتروجين الجوى بالاشتراك مع النباتات البقلية، ومقدار النتروجين الذى يثبت فى النباتات البقلية يقدر بنحو ٢٥-٧٥ كجم نتروجين فى الهكتار / سنة .

كما يوجد بالتربة أيضاً أنواع من البكتريا الحرة أو غير المتعاونة nonsymbiotic مثل الازوتوباكتر التى يمكنها استخدام النروجين الجوى وإليها يرجع زيادة محتوى التربة من النروجين .
ولا تتوزع بكتريا التربة توزيعاً منتظماً فى الأرض وهى تتواجد عادة فى مجموعات أو كتل من عدة آلاف من الخلايا .

والاكتينومايسيتس actinomay cetes مجموعة من كائنات دقيقة ميكروسكوبية لها أهمية فى انحلال البقايا العضوية ولو أن الخلية الواحدة منها لها نفس حجم بكتريا التربة إلا أن لها شكلاً مطاولاً خيطى الأفرع ولذا يطلق عليها فى بعض الأحيان الفطر ذو الشعب .

وتبلغ أعداد الاكتينومايسيتس فى أى أرض نحو ١٠/١ - ٥/١ عدد البكتريا ولو أنها تشكل نسبة أكبر من جملة أعداد ميكروبات الأرض ذات نسبة الرطوبة المنخفضة والمواد العضوية التى وصلت إلى المراحل النهائية من الإنحلال بالمقارنة بالأرض الرطبة أو الفضلات سريعة الإنحلال وهى كمجموعة ذات أهمية فى تحويل المواد العضوية إلى دبال وينتج أحد أنواعها عفن البطاطس وتنتج أنواع أخرى المضادات الحيوية ذات الأهمية الكبيرة كدواء للإنسان وكوسيلة للسيطرة على أمراض النبات .

وتحتوى التربة على أنواع كثيرة من الفطريات ومن الناحية العديدة يقل عدد الفطريات فى الأرض عن البكتريا أو الاكتينومايسيتس والأنواع غير المتطفلة منها تهاجم مواد مختلفة فى التربة منها المواد النباتية المعقدة

مثل السليلوز واللجنين وتبدأ الفطريات تحليل المواد العضوية لأنها تنمو سريعاً. مجرد أن تصل إليها وبعض الفطريات ميكروسكوبى الحجم مثل العفن وبعضها الآخر ذو حجم كبير معقد التركيب مثل عيش الغراب (المشروم) .

والبكتريا والاكينوماستيس والفطر ضرورية لإتحلال الفضلات النباتية والحيوانية ويوجد فى الغلاف الجوى فوق سطح الأرض نحو ٥٠ طن من ثانى أكسيد الكربون وتقوم أحياء التربة فى هكتار من الأرض بإعادة مثل هذا القدر من ثانى أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوى سنوياً .

وتساهم الأحياء الدقيقة فى دورة النتروجين فى الطبيعة فالنتروجين المحزون فى الأرض كله فى صورة نتروجين عضوى والكائنات الأرضية الدقيقة تطلق النتروجين العضوى بإنتاج الأمونيا التى تنطلق إلى الغلاف الجوى فى ظروف معينة أو تتأكسد إلى نيتريت أو نترات بواسطة مجموعة متخصصة من البكتريا .

والبروتوزوا شكل آخر من كائنات التربة التى تعيش على البكتريا وهى أكثر تعقيداً من البكتريا ولكن عددها فى الأرض أقل منها .
والنماتودا مجموعة من الديدان غير المقسمة التى تتواجد بالتربة وأغلبها ميكروسكوبى الحجم ولو أن بعضها قد يبلغ طوله بضعة سنتيمترات أو يصل إلى عدة أمتار .

والأنواع الهامة من النماتودا من الناحية الزراعية هى التى تتطفل على

جنور النباتات ووزن جميع النماتودا فى هكتار بعمق ١ م قد يصل إلى ١٨٥ كجم .

والديدان الأرضية معروفة لدى الكثيرين وتنتشر هذه الكائنات فى الأراضي ذات الصرف الجيد والمحتوية على مواد عضوية وكلسيوم ميسور ويبلغ عدد ديدان الأرض فى هكتار من الأرض عدة ملايين وهى ذات أهمية إذ تساهم فى مزج الطبقة السطحية من التربة والمادة العضوية من تحت التربة ويمكنها أن تنقل إلى السطح فى هكتار واحد نحو ٥٠ طن من طبقة تحت التربة فى العام الواحد وتعتبر ديدان الأرض دالة على جودة الأرض وخصوبتها وتساهم دودة الأرض فى بناء التربة فالدودة تنغذى على التربة والمادة العضوية وتخرج الفضلات مع كربونات الكالسيوم فى شكل حبوب وتخرج بعض الأنواع فضلاتها فى الأرض وأخرى تخرجها على السطح فقط .

الفطر

الفطر أكثر الكائنات الدقيقة بالتربة إنتشاراً وعليه يقع عبء تحليل مقادير كبيرة من الأخشاب الميتة وأوراق الأشجار التى تساقط على سطح الأرض سنوياً ونسبة كبيرة من الدبال فى التربة من عمل الفطر ويتكون قسم هام من المواد العضوية بالأرض من أجسام الفطر المتعفنة كما تنمو خيوط الفطر خلال التربة بمقادير كبيرة تثبت حبيبات التربة فى مواقعها .

لم يكن الفطر معتبراً من كائنات التربة المقيمة فيها إقامة دائمة ويقوم فيها بنشاط بالغ الأثر وكان وجوده فى الأرض يعزى إلى انتقال جراثيمه إليها عن طريق المصادفة حتى نشر واكسمان (جامعة روتجرز) رأيه بأن الأرض تعج بالحياة لكثرة ما بها من فطر مختلف الأنواع . فأجرى سلسلة من التجارب التى بينت أن فئات الفطر التى حصل عليها من العينات المأخوذة من الأرض كانت تنمو نمواً نشطاً فيها وأنها ليست بمجرد جراثيم خاملة ثم أثبت وجود مجموعة نباتية خاصة (فلورا) من فطر التربة كما أن الأنواع نفسها تتكرر عادة فى مختلف أنواع التربة المتماثلة فى شتى بقاع الأرض .

والمعروف اليوم أنه توجد أنواع متخصصة من الفطر تقوم بنشاط فعال فى حياة التربة فى تتابع منتظم فقد يصادر فطر بمهاجمة جذر مات حديثاً وبذلك يمد لمجموعات كبيرة من أنواع الفطر الأخرى التى ينحصر بحال نشاط كل منها فى مادة من المواد التى يتكون منها الجذر ولو تابعنا ما يحدث فى كوم من الأوراق المتحللة وإذا أضيفت جراثيم عيش الغراب إلى كوم حديث من أوراق الأشجار المحفوظة لإعداد السماد لما نبت منها فطر وتفسر ذلك أن عيش الغراب العادي يحلل مادة اللجنين (هى المادة التى تسبب صلابة الخشب) وتأتى فى ختام سلسلة طويلة من أنواع الفطر المتخصصة ولا بد لها أن تنتظر حتى يحل دورها .

ويعيش معظم أنواع الفطر على المواد العضوية الأرضية ولما كانت

هذه المواد موجودة بمقدار أكبر على سطح التربة فإن الفطر يزداد فى الطبقة السطحية ويقل عدده تحت سطح الأرض .

ويبدو أن الفطر لم يغير طريقة حياته منذ سكن الأرض والفطر المسمى بالفطر اللزج إحتفظ لنفسه بطريقة غريبة لحياته مما جعل الباحثين يشككون فى أنه فطر حقيقي . ويقف هذا الفطر على الحد الفاصل بين المملكة الحيوانية والنباتية فعلماء الحيوان يعتبرونه حيواناً وعلى الجانب الآخر يعتبره علماء النبات نباتاً ويطلق علماء الحيوان عليه إسم حيوانات فطرية mycotoxes ويسميه علماء النبات الفطر المخاطي* myxmycetes.

ويوجد الفطر المخاطي فى كل موضع بالغابة وعرف منه حتى الآن نحو ٥٠٠ نوع يختلف بعضها عن بعض وتبدو مشابهة بالحيوانات الهلامية البيضاء ولو أنها قد تتلون بألوان أخرى وحجم هذا الفطر ضئيل لا يتجاوز ١-٢ بوصة وهو كتلة صلبة أو قطع بروتوبلازمية عادية بلا خلايا ولا تركيب خاص ولا أنسجة بل مجرد مادة حية متحركة فحركة الفطر المخاطي شبيهة بالحيوانات وحيدة الخلية وقد يغامر بالخروج من التربة ويهاجر زاحفاً بسرعة القواقع إلى المواقع المكشوفة على الصخور أو الأخشاب ولا يلبث أن تتحول الكتل اللزجة إلى باقات من الزهور وكور متفتحة وفناجيل ملونة وعيش الغراب وبلا قد أصبح الحيوان نباتاً جميلاً .

* يذكر Peter Farb أن هذا الفطر قد يكون (غائط الأرض) الذى جاء ذكره فى سفر التكوين بالتوراة أو المادة الأصلية التى تبعث فى الخيال صورة الطين اللبن الذى خلقت منه مملكة الأحياء .

ولم يتعرف الباحثون على مخ للفطر اللزج وهو خلايا عصبية غير أن حركته مضبوطة حينما يهاجر بإختيار منطقة جافة إلى أخرى رطبة وليس له أعضاء تناسلية غير أنه يتكاثر جنسياً بإندماج خليتين وجسمه فى بعض الأوقات عارٍ بلا غطاء .

يطلق الفطر جراثيم تكاثره فتحملها الرياح والمياه حتى تستقر وتأخذ فى النمو والفطر عاجز عن القيام بعملية التمثيل الضوئي - العملية التى تصنع النباتات فيها الغذاء من الكلوروفيل والماء وأشعة الشمس - وذلك لخلو الفطر من الكلوروفيل فيأخذ فوراً فى مد زوائده باحثاً عن طعام فيعثر عليه فى صورة شريك من الطحالب الخضراء أو الخضراء المزرقة وهى التى تقوم بعملية التمثيل الضوئي وتصنيع الطعام الذى يحتاجه الفطر.

وعندما يعلو الفطر على الطحالب تمتد منه خيوط تثبت الشراكة تثبتاً لا انفصام له ويعيش الشريكان بعد ذلك كأنهما فرداً واحداً والأغلبية من الفطر تعجز عن الوصول إلى الشريك الصالح لها فتذبل وتموت .

ويخفف هذه المشكلة احتمال تلاقي الفطر مع الطحلب - إن بعض أنواع الطحالب tobouxia وهى أكثر أنواع الطحالب مشاركة للفطر تنتشر انتشاراً واسعاً على أسطح الصخور .

والشريك الفطري هو الذى يقرر نمو النبات وإتجاه إنتشاره وهو الذى يقوم بمهمة تقطيع الصخرة وإمتصاص الماء أما الشريك الطحلي فليس له سوى عمل واحد فهو يأخذ المواد الخام التى جمعها له الفطر ويحولها إلى

طعام، فالطحلب وحده هو الذي يستطيع أن يستخلم طاقة الشمس فى بناء مجموعة معقدة من المركبات .

وقد يبلغ الفطر فى الطبقة السطحية ٩٠٪ من جملة الفطر الموجودة بالتربة فى حين لا يوجد فى طبقة تحت السطح إلا بعض خيوط قليلة وينقص عدد الأنواع أيضاً نقصاً سريعاً كلما تعمقنا فى التربة وقد سجل سرجون رسل بالإنجلترا وجود ثلاثين نوعاً من الفطر فى البوصة العليا من التربة نقصت إلى ١٩ نوعاً على عمق ٦ بوصات ثم إلى ١١ نوعاً على عمق قدم واحد .

وأكثر ما يلفت نظر السائر فى الغابات من الفطر هو الجزء الخضري من عيش الغراب والفطر لا يحتاج إلى أوراق تقوم بالتمثيل الضوئى ولذلك فهو من النباتات العحية فى بساطتها وقدرتها ويمكن مشاهدة سرعة نمو الفطر بكشط شيء منه فى محلول من العناصر المغذية وسرعان ما ترسل النقطة الدقيقة منه أصابع طويلة يتفرع منها أصابع أخرى وتكون هذه الخلية فرعاً جديداً كل نصف ساعة وينمو هذا الفرع بدوره نمواً بنفس السرعة ويتفرع فى فترة زمنية مماثلة وهكذا... وكل خيط فى كل فرع قد يمتد بسرعة ١ / ١٠٠ من البوصة فى الساعة ويفسر ذلك ما تشاهده بعد يوم أو يومين من أن الطبق بأكمله قد أصبح مغطى بأمال من المسيليوم (الخيوط) ويشبه المسيليوم مجموعة من الخيوط المتشابكة ويتكون الخيط الواحد من خلايا دقيقة بسيطة التركيب والخلية بها جدار

من مادة السليلوز كما فى معظم النباتات الأخرى، وبدخله بروتوبلازم ونواة وتتراوح خلية الفطر الواحد بين ١/٢٥٠٠ ، ١/١٠ بوصة وكل خلية فى مسيليوم الفطر تعتبر وحدة فرعية قائمة بذاتها فى مؤسسة عامة كبيرة فهى تقوم بالعمليات الكيميائية الخاصة بالتغذية وإخراج الفضلات وتنتج عشرات الأنواع من الأحماض والإنزيمات التى تهضم الطعام مقدماً قبل أن تبتلعه الخلايا ويحتويه البروتوبلازم وينبت المسيليوم مواد كيميائية على الخشب الصلب أما الأوراق فتحللها تحليلاً كيميائياً إلى مواد أبسط تركيباً ثم يقوم المسيليوم بإمتصاصها ثم الإستفادة منها فوراً فى بناء خلايا فطرية جديدة تقوم بدورها بإفراز عصارات تذيب مقداراً آخر من الخشب وهكذا ...

وتختلف البكتريا وهى الميكروب الأقدر فى تعفن المواد العضوية عن الفطر فى أنها لا تستبقى لنفسها إلا مقداراً لا يزيد عن ١٪ من المواد التى تجهزها .

والميكورهيذا* هى إتحاد فطريات معينة مع جذور النبات وقد أوضحها أولاً قرانك (١٨٨٠) وقد إتضح وجود نوعين من الميكورهيذا وهما ميكورهيذا خارجية وميكورهيذا داخلية .

وفى أوائل القرن العشرين ركزت الدراسات على الميكورهيذا

■ د. عصام قريش ، (رسالة ماجستير) ، كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية .

الخارجية بينما أهملت الميكورهيذا الداخلية رغم أن أهم النباتات الاقتصادية تكون إتحاداً مع الميكورهيذا وذلك لأنه فى حالة الميكورهيذا الداخلية لا توجد مظاهر للتغير فى الجنور حتى فى حالة شدة العدوى .

وفى أواخر ١٩٦٠ أوضحت دراسات Moss أن الميكورهيذا أدت إلى نشاط نمو النبات خصوصاً فى الأراضى الفقيرة فى الفوسفور الميسور ومنذ هذا الوقت نشطت الدراسات عن دور الميكورهيذا فى الزراعة ونشرت عدة مراجعات عما تم من تقدم فى نشاط اتحاد الفطريات والنباتات ومنها دراسات لويس (١٩٧٥) وتكسر ١٩٧٥ وهيمان (١٩٧٨) وغيرهم .

وأوضحت دراسات Koch & Moss (١٩٦٣) أن المسيليوم الخارجى من *Vesicles my corhyza* يتكون من شبكة تحمل الأجسام المثمرة من الندوب *Vesicles* الخارجية وهى جراثيم كروية أو بيضاوية تتكون من جرثومة واحدة أو مجموعة جراثيم وتكون عادة فى مجموعات عند طرف أفرع الهيفات أو وحيدة على أحد الأفرع القصيرة ويختلف حجم الجراثيم من ٢٠ إلى ٢٥٠ ميكرون فى القطر وهى ذات نويات متعددة تمتلىء بقطرات من الزيت عند نضجها ويختلف نوع الجراثيم وطريقة إمتلائها بالزيت من نوع إلى آخر ويستخدم ذلك فى تقسيمها .

وتوجد الميكورهيذا الخارجية فى الهيفات غير المتخصصة والهيفات الأساسية ذات قطر ٧-١٠ ميكرون ويتصل الفطر المنتج بطوره الداخلى

والهيفات ذات الجذر الرقيقة قطر ٢-٧ ميكرون تكون أفرعاً جانبية مؤقتة ولو أنها قصيرة الحياة فإنها تكون طريقة إضافية لإحتراق جذور النبات وتنمو الهيفات الأساسية والهيفات المتفرعة على سطح الجذر وتحترق الجذر عن طريق إنتفاخات على سطح الجذور والشعيرات الجذرية وقد يتم إحتراق الجذر فى مساحة ١ أو ٢١ مم فى الإصابات الشديدة .

وتنتشر الهيفات الداخلية بين الخلايا بإحتراق قشرة الجذر مكونة ندوب Vesicles أو arbuscules فى نقاط محددة .

وتوجد بعض الظواهر التى تشير إلى أن أنواعاً من الميكورهيذا الداخلية تفضل الاتحاد بأنواع معينة من النباتات وقد أوضح Fox & spassof (1972) وجود مقادير كبيرة من جراثيم من *Endogina gigantea* متحدة بجذور الذرة والرأى أكثر مما وجد فى فول الصويا صنف Lee ووجد (1938) Tolle ميكورهيذا على سطوح معقمة من جذور نبات الشوفان *oats* والشعير وأنها تتبادل الإصابة ولكنها لا تصيب القمح أو الرأى .

والميكورهيذا الداخلية ذات مسيليوم رفيع قد تفضل الاتحاد بمحشية Tuscat فى مرتفعات نيوزيلندا ولكنها يمكن أن تعيش أيضاً مع المسيليوم الأكثر خشونة من الميكورهيذا الداخلية فى نفس الجذر .

وقد تحتوى الأرض فى الحقول المتجاورة جراثيم مختلفة الأنواع ولو أن ذلك غير مرتبط بالعائل (هايمان ١٩٧٥) ولو أن Fruckelman (1975) على الجانب الآخر قد أوضح بتجارب الحقل وجود مجموعة من

الجراثيم المختلفة فقد أوضح Moss (1962) مجموعة مختلفة من أنواع جراثيم Endogena فى اتحاد ميكورهيذا مع التفاح ، البرسيم والخيار والبصل والباسلاء والفراولة والطماطم وقد أصاب هذا النوع أيضاً فول الصويا والمواخ والذرة وتتزايد الشواهد على أن الميكورهيذا الداخلية يمكن أن تختلف فى قدرتها على تحسين نمو النبات .

الفوسفور والميكورهيذا

والموضوع ذو الأهمية حالياً هو الاهتمام بدور الميكورهيذا فى تحسين التغذية بالفوسفور بالنسبة للعائل فالنباتات قد تحمل بذور ميكورهيذا التى لا توجد فى أراضٍ طبيعية أو مزروعة وتتميز غالباً بوجود قليل من الفوسفور فى أراضٍ ذات محتوى منخفض من الفوسفور الميسور أقل من نباتات تحتوى ميكورهيذا .

وأوضح Alexander (1976) أن وجود الميكورهيذا يكون غزيراً بصفة خاصة فى الأرض الفقيرة فى الفوسفور والنيتروجين وغنية فى العناصر المغذية الأخرى ويرتبط ذلك بنمو الميكورهيذا وأن إنتاج هذه الأرض ذو قوة واضحة عندما تكون فى الجنور إحتياطيات كبيرة من الكربوهيدرات وخاصة بعد التمثيل الكلوروفيلى وقد يكون ذلك دليلاً على قدرة العائل على مد الطفيل بالكربوهيدرات الضرورية لنموه أو أنه لا يمكن إستبعاد إمداد العائل للطفيل بالأحماض الأمينية وفيتامين B وعوامل النمو الأخرى .

ويمكن لهيفات الميكورهيذا أن تمتد متجاوزة منطقة التربة التى
أستنفذت فوسفورها المحيطة بسطح الجذر لتستنفذ الفوسفور من منطقة
أخرى من الأرض وأوضح هيمان أن هذه الآلية الفيزيائية تفقد أهميتها إذا
أضيف فوسفور سمادى إلى التربة بما يودى إلى أن إستنفاد الفوسفور
يحدث عندما يكون التأثير الغذائى للميكورهيذا غير هام .

وعلى أى حال إذا كانت التربة تثبت الفوسفور (مثلما يحدث فى
أراضي اللاترايت الحديدية فى المناطق الأستوائية) فقد يستجيب النبات
إلى الحقن بالميكورهيذا حتى بعد إضافة السماد الفوسفورى .

والكائنات التى تعيش فى التربة كثيرة وتتراوح المخلوقات الأرضية
بها ما بين الدقيقة التى لا تظهر حتى تحت المجهر والكبيرة فالودودة الأرضية
وهى من أكبر الحيوانات اللافقارية حجماً ويبلغ حجمها نحو مليون
ضعف حجم أصغر الأنواع التى يمكن تبينها بالعين المجردة كبعض
العنكبونيات متناهية الصغر mites .

نمو وموت الخلايا

بالرغم من أن العديد من التغيرات تحدث خلال نمو البكتريا تحت
الظروف الملائمة يبدو أن التطور الخلوي والتكاثر يحدث بانتظام تام فى
حالة رتيبة منتظمة والواقع أنه يمكن أن نلاحظ التطور فى النمو
وبدرجات دقة معقولة أن معدل التغير يمكن أن يقدر أيضاً ويبدو على أية
حال أنه لكى ندرس دورة البكتريا أو لنقدر أثر الظروف الفيزيائية

والكيميائية على الخلايا البكتيرية يجب أن يؤخذ في الاعتبار بعض طرق تقدير التغيرات في النمو والبكتريا شديدة الصغر حتى أنه يمكن القول أنه من المستحيل دراسة نشاط الواحدة من الخلايا البكتيرية منفردة ولو أن ذلك قد حدث وفي أغلب الحالات تتم دراسة البكتريا في مجموعات . ويمكن عد البكتريا بطريقة تقدر إما العدد الكلى للخلايا الحية والميتة أو عدد الخلايا الحية فقط .

والطريقة الأولى يطلق عليها العدد الكلى بينما يطلق على الثانية العدد الحى وإختيار أى الطريقتين يتوقف على المعلومات المطلوب تحقيقها ويتضح إستخدام كلا الطريقتين عند دراسة مينابولزم البكتريا أو حساب الاطوار النامية فى بيئة بكتيرية .

دور البيئة البكتيرية

عندما تخمن بكتريا معينة فى بيئة مغذية تحت ظروف ملائمة فإن النمو البكتيرى الناشئ سوف يتبع نظاماً محدداً وكقاعدة عامة يلزم بعض الوقت القصير قبل بدء إنقسام الخلايا خصوصاً الأقدم غير أنه بمجرد مرور فترة تنقسم الخلايا ببطء حتى يتوقف النمو ويظل العدد ثابتاً ثم يزداد الإنقسام حتى يصل إلى نهاية عظمى وعندئذ يظل ثابتاً ويبدأ فى النقصان البطيء حتى تموت جميعها ويرى بوكانان أن حياة أطوار البكتريا أكثر تعقيداً وقسم المنحنى الذى يمثلها إلى ٤ أطوار بل إلى ٧ أطوار .

طور التكيف والشباب الفسيولوجى

والتعبير " الشباب الفسيولوجى " يطلق على الفترة القصيرة نسبياً من دورة المجموعة عند تكون الخلايا فى طور الإبطاء أو فى أول وآخر عمر البيئة الثانوى "B" التى صنعت خلال الطور المبكر لدورة المجموعة أما البيئة الثالثة "C" التى صنعت خلال طور البطء (الطور بعد التكيف) .

واقترح بوكاثان الفصل بين الطور الثابت الأول و طور البطء ولو أن التقسيم بين الطورين لا يوافق عليه عدد من الباحثين ودرست ظاهرة التكيف البكتيرى دراسة مكثفة واقترحت عدة نظريات لتفسير هذه الفترة فى أول منحى النمو منها نظرية الإخراج الخلوى ونظرية مكونات الخلية المتوسطة ونظرية الإختبار الخلوى المبنية على أساس أن أى مصل inoculum يتكون من خلايا ذات قدرات مختلفة للنمو وبذا فخلال طور البطء فإن الخلايا ذات النمو السريع يمكن أن تسود وتحدث ظاهرة التكاثر فهذه الخلايا ذات قدرة على التكاثر السريع .

والتغيرات فى مقاومة الخلايا للعوامل الملائمة خلال طور الشباب الفسيولوجى أحد الخواص الهامة لطور الخلايا فى شبابها الفسيولوجى وهو إنخفاض مقاومتها لعوامل فيزيائية وكيميائية .

العوامل المؤثرة على النمو

١- صفة البكتريوم يمتص البكتريا ويبدو أنه ينمو بسرعة أكثر من غيره ومعدل النمو محسوباً على أنه مدة الأجيال لعدد من البكتريا النامية تحت ظروف ملائمة .

٢- البيئة وبصفة عامة فكلما كان التركيز ملائماً فى البيئة كلما أسرع النمو فإختلاف تركيز البيزين فى البيئة من ٠,١٢٥ ٪ إلى ١ ٪ فإن فترة الحجل فى Eberchellaty Phasa أختصر من نحو ٥٠٠ دقيقة إلى نحو ١٠ دقائق .

طور الموت المعجل

وحالة التوازن بين الكائنات المتكونة حديثاً والخلايا التى تموت والذى لوحظ قد يستمر لمدة ساعة أو قد يطول لعدة أيام وبمجرد أن تضطرب حالة الإتزان هذه وتبدأ الخلايا فى الموت أسرع من تكون الخلايا الجديدة فإن عدد الخلايا الحية يبدأ فى الإنخفاض ويتحول طور النبات إلى إضمحلال وقد تمثل فترة الإضمحلال هذه نوعاً من البطء أو التكيف مع الظروف غير الملائمة .

وكما كانت فترة البطء فإن هذه الفترة معرضة لتغير كبير يتوقف على الكائن نفسه وعلى الظروف .

حشرات تعيش فى باطن الأرض

بعض الحشرات ذات ذنب وهى لا تخرج من باطن الأرض إلا لفترات قصيرة إذا كان الجو رطباً فهى مزودة بحاسة الإبصار وجلدها به مواد ملونة ولو أن منها أنواعاً بلا عيون أو مواد ملونة تعيش فى طبقات أكثر عمقا .

وذوات الألف رجل تجدد فى التربة ما يقبها من التقلبات وعلى الرغم

من كبر حجمها نسبياً وكثرة عددها فى بعض الأحيان إلا أنها لا تقوم بدور هام فى دورة المادة (إتحلال المواد العضوية إلى دبال) لأن فترات نشاطها محدودة ونشاطها متوقف طوال الصيف لجفافه ولو أن الترتيب أيضاً قد يوقعها فى خطر فالأطوار الناقصة النمو من الأنواع الكبيرة قد يغلفها غشاء من الماء فتبقى حبيسة فيه كما أن المطر الغزير يقطع عنها مورد الأوكسجين .

وتحت سطح الأرض شبكة من الأنفاق صنعها الخلد أو الفأرة العمياء (Mole) وهذه الشبكة شبيهة بعش النحل وأنفاق الشرر وعمرات ديدان الأرض ويوجد كل ذلك بأعداد وفيرة وتشق الحفارات لنفسها طرقاً فى تربة الغابة مما يعطى للسائر على سطحها شعوراً بأنه يطاءً بقدميه على مطاط إسفنجي ملئ بالهواء . والفئران أكثر الثدييات شيوعاً على سطح أرض الغابة ويوجد فأر الظبي (deer mouse) فى الغابات على اختلاف أنواعها وهو يستمر فى العمل طوال السنة خلال برد الشتاء (تحت الصفر المئوي) ليجث عن طعامه من البندق والبذور التى يدخر منها أحياناً نحو ٤/١ جالون تحت سطح الأرض ومن رأى بعض المصادر أن الشرر أكثر الحيوانات فى الغابة عدداً ولو أن السرية التى يتبعها فى حياته أبعدته عن لفت الأنظار ومع ذلك فهو موجود فى كل موضع تطؤه الأقدام من أرض الغابة والشرر تلازمه المعيشة تحت سطح الأرض تماماً فقمه مكون من عظام تشبه المخرات كثيراً وفراؤه قطيفى اللمس لا يتلبد حتى وإن رجع إلى الخلف وهذه ميزة كبرى تساعد على المرور فى الحدود التى تفرضها

عليه الممرات الضيقة وهو يعتمد تحت سطح الأرض على حاستي السمع واللمس عن طريق شواربه شديدة الحساسية .

ويستهلك الشرو من الطعام ثلاثة أضعاف وزنه يوميا وتشمل شهيته العظيمة للطعام الحيوانات الصغيرة الحية كالحشرات والديدان والقارضات والثعابين والطيور وهو حيوان شرس وإذا منع الطعام عن عدد منها إلتهم كل منها الآخر ووصفه بعض الباحثين أنه حيوان كاسر يتظاهر بالوداعة والألفة غير أنه إذا لمس بعض عضواً عميقاً ويسم تسمماً مميتاً .
ولو أن بعض الباحثين لا يوافقون على أنه سمام ولو أن بعض الدراسات التالية أوضحت أن بقواطه مادة سامة .

ويشترك الخلد (الفأرة العمياء) في كثير من مواطنه مع الشرو وتحفر الخلد الأرض لبناء مأوى تعيش فيه ولتبتعد عن الديدان والحشرات التي تتغذى عليها والممرات التي تحفرها الخلد تلفت الأنظار بوجود أكوام من التراب يدل على وجود الخلد دلالة واضحة ومما يذكر عن الخلد أنه لا يحفر أنفاقه إلا ليلاً .

والخلد لا يسير في ضوء الشمس إلا نادراً بينما السنجاب فأر الجبل لا تعيش في بيوتها المظلمة إلا فترة ثم تظهر فوق سطح الأرض لتأكل أو تتكاثر .

ديدان الأرض

تنتمي ديدان الأرض إلى رتبة الحلقيات ويبلغ عدد الحلقات في كثير من أنواع ديدان الأرض من ٢٠٠-٣٠٠ حلقة أو قطعة وأغلبها

جسيمات صغيرة تتكرر فيها الأعضاء الداخلية إلى مالا نهاية والقول الشائع أن دودة الأرض يمكن أن تقطع إلى نصفين ثم ينمو كل منهما إلى دودة جديدة هو قول عارٍ عن الصحة فقدرة الديدان على تجديد الأعضاء قدرة محدودة فالقطع التي تفقدتها كما يحدث أحياناً عندما يتمكن طائر من قضم جزء من دودة تستطيع أن تجد بدلاً منها غير أنها لن تكون فى حجم تلك التي قطعت أما القطع الحلقية فيمكن تجديدها بسهولة أكثر فلو أزيل من مؤخر الدودة ما يصل إلى ٥/٤ (أربعة أخماسها) فإنها تستنشق بدلاً عنها ذيلًا جديدًا .

ولا صحة أيضاً لتكاثر الديدان بإنقسامها إلى نصفين فالواقع أن عاداتها فى التكاثر شديدة التعقيد لأن كل دودة مذكرة وموثة فى نفس الوقت فهى تنتج البيض كما تنتج المنى، والكائنات الخنثى واسعة الانتشار فى عالم الأحياء غير أن ديدان الأرض لا تستعمل أعضاء تناسلها المزدوجة فى تلقيح نفسها فما زال لزاماً على الدودة أن تجد لنفسها رفيقاً .

وإن كانت أى دودة تمر بها من نوعها تؤدى الغرض ما دامت كل منهما ذكراً وأنثى وعند التلقيح يقوم كل فرد بإخصاب الآخر وينتج كل منهما بيضاً ويحدث الجماع بأن يلتصق السرجان ويفرز سائلاً يثبت الدودتين معاً تثبيتاً محكماً والسرج طوق من الحلقات الكبيرة يعبد عن رأس الدودة بنحو ربع طولها ثم تحقن كل دودة حيواناتها المنوية فى زميلتها وتفتقر الدودتان عقب ذلك مباشرة ويفرز السرج كيساً رقيقاً

خارجة وتنسحب الدودة إلى الخلف خارجة من الكيس وتترك فيه أثناء ذلك البيض والحيوانات المنوية التي سبق أن تلقاها من زميلها وما أن يسحب رأس الدودة من الكيس حتى يقفل تلقائياً على ما به من بيض مخصب ويعرف الكيس بالشرنقة ويتم فيه نمو البيض المخصب إلى ديدان صغيرة .

وشرايق الديدان تسمح لها بالاحتفاظ بحياتها في الظروف السيئة وهي تفقس عادة بعد أسبوعين إلا إنها قد تبقى ساكنة تقاوم الجفاف التام ودرجات حرارة التجمد لمدة قد تطول إلى الستين .

وتحمل كل حلقة من حلقات الدودة أربعة أزواج من الزوائد الشوكية تحركها عضلات خاصة قوية في أى اتجاه لتساعد على الحفر وتوجد عضلات أخرى تسمح للدودة بأن تزيد أو تنقص طولها أو أن تتضخم أو تزداد رفعاً وتستطيع الدودة أن تتحرك إلى الأمام وإلى الخلف وقد عرف عنها أنها تستطيع أن تزحزح أحجاراً صغيرة تعادل وزنها خمسين مرة .

النمل

تحت سطح الأرض ليس بيئة لحياة الكائنات الدقيقة فحسب بل يوجد عدد من أنواع الحشرات تتخذ من تحت سطح الأرض مسكناً ومسرحاً لنشاطها ومن هذه الأنواع النمل ومنه أنواع متعددة ومن أشهرها نمل تحت السطح الأبيض (الزمايت) *Subterranean Termites*. يمكن لهذا النمل أن يسبب أضراراً شديدة للمصنوعات الخشبية

والمنتجات التى تحتوى على السليلوز Cellulose والمنتجات المخزونة أو
التي تستخدم فى البناء .

ويحصل هذا النمل على حاجته من الماء من الأرض التى يوجد
مستعمراته بها فغذاؤها من الخشب وتحتوى مستعمرة الزماتيت أفراداً
بمنحة ناضجة للتناسل وأفراداً من الشغالة الناضجة وجنود وعذارى صغار
كل منها له عمل خاص يقوم به .

وتخرج الأفراد المنحة مبكراً فى الربيع وتقوم بالطيران لتتبنى
مستعمرات جديدة وإذا لم تستطع فإنها تقطع أجنحتها وتموت إذا لم تجد
طريقها إلى الأرض وهذا النوع من الزماتيت لا يستطيع أن يعيش فى
الخشب المصقول أو الأثاثات فى المنازل ولا يقوم بالطيران غير مرة واحدة
كل عام من المستعمرة الواحدة .

والشغالة هى التى تلتف الأخشاب فهى تقوم بعمل ممرات فيها وتمتد
هذه الممرات مع لب الخشب وجوانب هذه الممرات رمادية اللون مما
تخرجه النملة وهذه الصفة مميزة لنمل الزماتيت فقط أما الممرات فخالية من
مسحوق الخشب وهذا يميز نشاط هذا النمل عن نشاط نمل أجناس أخرى
وتوجد الزماتيت فى جميع ولايات أمريكا ولكنها شائعة الوجود فى
جنوب الولايات المتحدة .

مزارع تحت سطح الأرض

ويوجد تحت سطح الأرض نحو ١٠٠ نوع من النمل منها نمل الفطر
الذى يقوم بإطعام نفسه وصغاره بما يزرعه من فطر وأكثر ما درس منها

الأنواع التى تقطع أوراق الأشجار فى المناطق الاستوائية وتعرف بسلالة (عطا Atta) وهى تقضم الورقة من قاعدتها (وقد تجرد الشجرة كلها من أوراقها فى ليلة واحدة) وتحملها إلى عشها وتبلغ النملة نحو نصف بوصة طولاً ولونها أحمر أو بنى هيكلها شوكي وهى كثيراً ما تحمل قطع الأوراق فوق رؤسها كالشمسية .

وكان W. Peat من أوائل من لاحظ قيام هذا النمل بجمع الأوراق فى عام ١٨٤٨ أشرت Peat مع عالم آخر (الفرد والاس) ونانت شقيق والاس الأصغر وبعد أن قضوا ٤ سنوات قاسوا فيها صعوبات لا حصر لها .

وبعد مرور بضع سنوات تبين لتوماس بيت أثناء قيامه برحلات إستكشافية فى نيكاراغوا أن الأوراق ليست لعمل الأسقف فى المستعمرة وهى أيضاً ليست لياكلها النمل بل الغرض الأول والأخير من جمعها أن تكون سماداً عضوياً لحدائق عيش الغراب .

وعندما تترك الملكة العش تحمل فى كيس خاص داخل فمها قطعة دقيقة من الفطر من النوع الذى تزرعه فى مستعمراتها ويتوقف نجاح مدينة النمل التى عليها أن تؤسسها توقفاً تاماً على حسن قيامها وعنايتها بها فبعد أن يتم التزاوج تهبط إلى الأرض وتحفر غرفة فى التربة فتزرع الحبيبات بفكيها وتدفعها إلى الخلف بأرجلها الأماميتين ثم تحبس نفسها فى الظلام مدى حياتها ومن هذه البداية سوف يظهر يوماً ما مدن فى عظمة المدن التى نعرفها .

وتقوم الملكة بغرس حديقتها ولا بد أن تكون ظروف الحرارة والرطوبة مضبوطة وأن تمنح أى منافسة تقدم عليها أنواع الفطر الأخرى وبطريقة ما تحتفظ هذه البقعة من الحديقة بالحياة فالملكة تسمدها بفطريات من برازها بل وبعدد كبير من بيضها ومع العناية بالحديقة فعلى الملكة أن ترعى وتربى الدفعة الأولى من ذريتها وتطعم الصغار ببعض أخوتها ويتكون النسل الأول من أقزام صغيرة الجسم تعمل بنشاط فى العناية بالفطر حتى تموت إعياء ثم تلقى أجسادها فى الحديقة كسماد إضافي فحياة مستعمرة النمل من طراز "عطا" تستلزم التضحية بالذرية الأولى .

أحياء أخرى تحت سطح الأرض

من أهم الأحياء تحت سطح الأرض جذور النباتات وأما أنها حية فالشواهد على ذلك كثيرة وأوضحها نمو النبات فوق سطح الأرض فإذا صادف الجذر ما يوقف حياته مات النبات فوق سطح الأرض ، وثمة شواهد متعددة عن حياة جذور النباتات تشير إلى بعضها .

تحتفظ الأشجار بقدرتها على إنتاج فروع وتستمر هذه القدرة بشكل يكاد يكون دائماً ما دامت الجذور على قيد الحياة ويذكر فارب Farb أن منطقة غابة البلوط والكستناء (أبو فروة) Chestnut التى تغطى جنوب نيوانجلند وتمتد جنوباً على سلسلة جبال أبالاشان Appalation ويذكر أن الكثير من الأشجار ذات الجنوع الطويلة الوارقة التى لا تبدو مسنة إلى حد كبير إنما هى عجوز فى أرذل العمر فى أجزائها تحت سطح الأرض

ولعلها ما زالت تنمو على الجنور الأصلية نفسها التي نمت عليها الأشجار العملاقة التي شاهدها المهاجرون الأوائل من أوروبا . زالت أشجار الكستناء من غابات أمريكا بفعل مرض فتاك ورغم ذلك ما زالت جذورها محتفظة بالحياة تخرج جذوع أشجار قضى عليها بدورها وكانت أشجار الكستناء حائزة السبق بين كافة الأشجار فى إخراج الفروع وقد سجل لبقايا شجرة كستناء واحدة أنها أنتجت ٣٧٥ (ثلاثمائة وخمسة وسبعين) ساقاً مورقة غير أن المتوسط العادى يبلغ نحو ستين فرعاً ولا تنتج أشجار البلوط السوداء مثل هذا العدد وقد قطعت إحدى الأشجار ذات مرة فقدمت (farb هو المتحدث) فى العام التالى ١٦ فرعاً فقط .

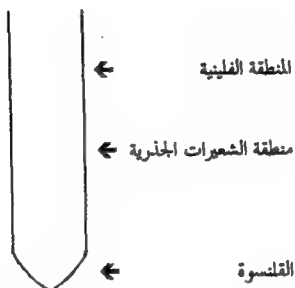
ولن يستطيع الإنسان أن يقدر ضخامة العمل الذى تقوم به الجنور إذا اقتصر على الأشجار التى أعيد غرسها فى الحدائق وأعتني بها فهذه الأجزاء الحية الجبارة تنمو فى أحسن حالاتها إذا واجهتها الشدائد كأن تكون التربة فقيرة والماء يصعب العثور عليه فحينئذ تنمو الجنور وتتفرع باعثة كشافها فى كل إتجاه وكثيراً ما تترك المواقع المنفصلة من التربة وهى تقوم بهذا البحث . ويصعب إخراج مجموعة جذرية كاملة لشجرة عملاقة لقياس أبعادها ولو أنه قد أجريت تجارب فى المعامل على الحشائش وتبين أن نبات شعير واحد عمره أربعة أشهر فقط كون تحت سطح الأرض مجموعة جذرية طولها ٧٠٠٠ (سبعة آلاف) ميل من الجنور والشعيرات الجذرية .

كما أن نباتاً واحداً من النجيل الأزرق غرس فى أصيص قطره ثلاث

بوصات وعمقه ست بوصات أنتج مجموعة جذرية عملاقة ملأت ٣٪ من حجم التربة وإذا كان هذا شأن الحشائش الصغيرة فى إنتاج مثل هذه الجذور العملاقة فلا بد أن يكون النشاط الذى يجرى تحت سطح الأرض فى الغابة فى يوم رطيب من أيام الربيع نشاطاً هائلاً.

إذا فحصنا طرف جذر بعدسة مكبرة نشاهد أربع مناطق ففي الطرف توجد القلنسوة التى يميل لونها إلى البياض وهى تحيط بطرف الجذر كقمح الخياط (الكستبان) وتحمل الصدمات الناجمة عن إحتراق الجذر للتربة وتفقد القلنسوة الكثير من خلاياها باستمرار بإحتكاكها بمجيبات التربة إلا أنها تعوض ما تفقده بما يضاف إليها من خلايا جديدة من نوعها ويقوم هذا الطرف الرقيق بالعمل الثقيل فى الجذر كله فهو الذى يشق الطريق فى التربة ويشبه ذلك المثقاب وتوجد منطقة استطالة الجذر تالية للقلنسوة ولا يتجاوز طول هذه المنطقة (١ سم) ويحدث فيها إنقسام سريع ومستمر للخلايا كما أنها المنطقة الوحيدة فى الجذر التى تزداد فى الطول ويلبها منطقة الشعيرات الجذرية الوريدية الملمس وهى المنطقة التى يمتص الجذر الغذاء عن طريقها ولا يتجاوز عمر الشعيرات الجذرية بضعة أسابيع إلا أن تكون الشعيرات يستمر دون إنقطاع ويسبب نمو منطقة الإستطالة وتوغلها داخل التربة وهكذا تتصل شعيرات جذرية حديثة التكوين على الدوام بمجيبات من التربة لم تلمسها من قبل وأخيراً تأتى منطقة طويلة ملتوية بنية اللون مغطاة بالفلين وهى الجذور التى نراها عند نقل نبات لنعيد غرسه وهذه المنطقة أقدم مناطق الجذر جميعاً ، وقد كانت مغطاة

بالشعيرات الجذرية وكانت تعمل على تغذية النبات عندما كان صغيراً أما وقد أصبح لونها بنياً ولم تعد صالحة لإمتصاص الماء فإنها تعمل كمجرد أنبوبة توصل الماء من منطقة الإمتصاص إلى جميع الشجرة وتتكون المادة البنية من الفلين كما فى القلف الذى يغطى جذوع الأشجار وقد يختلف فلين الجذر عن فلين الساق ويرجع ذلك لإستحالة تراكم طبقات سمكة من القلف فى القرية لوجود جموع حاشدة من الميكروبات تحيط بالأنسجة الأرضية .



المظهر الخارجى لجذر

وتستطيع أطراف الجذور أن تكون هذا النسيج خلال القرية الصلبة والصخور التى تعترض طريقها نتيجة للضغط الناشئ عن الاستطالة الذى قد يعادل ٢٠-١ رطل ولأنه موجه نحو طرف جذر فى حجم الإبرة فإنه يكون له قوة دافعة كبيرة وطرف الجذر كالإصبع الرقيق الذى يتفحص

الطريق ويستجيب لعوامل شتى فإذا قابل جسماً صلباً انحرف عنه أما إذا كانت التربة ناعمة فإنه يسلك في اختراقه للتربة حركة الإتصاف ودوران مثل مثقاب الفلين وينتج تشابك الجذور التي تملأ أرض الغابة نتيجة أمرين هما حركة مثقاب الفلين وإستطالة الخلايا وقد نلاحظ أن جذور بعض النباتات قد شقت سطح طريق من الإسفلت ويفسر ذلك بقوة التشرب فالمادة القادرة على إمتصاص الماء إذا حجزت في حيز ضيق ثم أضيف إليها الماء فإنها تنتفخ وينتج عنها قوة كافية لأن تشق الحجر ويقال أن قدماء المصريين إستغلوا هذه الظاهرة في تقطيع أحجار الهرم بأن يضعوا في شقوق طبيعية أو يقومون هم بشقها جذوع الشجر ويوالون إضافة الماء فتنتفخ الجذوع وينفلق الحجر الكبير .

ويقول P. Farb أن قوة التشرب من الظواهر الطبيعية وكذا إنقسام الخلايا الحية وتكاثرها فإذا اجتمعت الظاهرتان وهو ما يحدث في جذور النباتات النامية نشأت من اجتماعها قوة ترحزج الجبال أو تجعل الجذر ينمو بسهولة خلال طريق إسفلتي أسود السطح وقد أجريت إحدى التجارب النباتية على نبات قرع نام لإختبار القوة الناشئة عن تمدد الخلايا فأحيطت القرعة وهى ما زالت متصلة بالنبات الأصلي بصندوق أحكم القفل عليها وأثقل غطاؤه بصنجات ليبقى مقللاً فأزاحت القرعة الصغيرة ما وزنه ستون رطلا من الصنجات أول الأمر ثم بعد مضى شهرين لم يكف ٢,٥ طن من الأثقال لإيقاف قوة نموها .

الباب الثالث

◊ العناصر الضرورية لتغذية النبات

- الأكسجين - الكربون - الهيدروجين -
- النيتروجين - الفوسفور - البوتاسيوم -
- الكالسيوم - المغنسيوم - الكبريت

◊ كيفية إمتصاص النباتات للعناصر

المغذية من الأرض

كيف تتغذى النباتات ؟

ظل علماء النبات يحاولون خلال القرن السابع عشر حتى القرن التاسع عشر أن يعرفوا كيف يتغذى النبات على أمل أن يتمكنوا من زيادة هذا الغذاء فيزداد إنتاج الطعام والكساء .

تطورت الآراء التي تفسر تغذية النبات فقد بدأت بأن النبات يتغذى بالماء والدليل على ذلك توقف النمو وموت النبات ما لم يضاف إليه الماء أو تسقط عليه الأمطار .

وحدث تطور آخر نتيجة ما لوحظ أن النباتات النامية في مساحات سبق أن رعت فيها الحيوانات أو أضيف إليها فضلاتها تكون ذات نمو أكبر وإنتاج أعلى من غيرها . فنشأت النظرية العضوية في تغذية النبات أي أن النبات يتغذى على المواد العضوية مثل السماد العضوي وغيره .

ويشير إبن العوام إلى التسميد وكانت الأسمدة في عصره جميعها من فضلات الطيور والحيوان فيقول :

" قال نسطوروس أنني أجريت في الزبل شيئاً لم يذكره النبط (أو الأنباط وهم أعراب شرق سيناء وشمال شبه الجزيرة العربية وجنوبي الأردن) ولا غيرهم وذلك أنني أخذت من هذه الزبول (جمع زبل وهي فضلات الطيور والحيوانات) وأحرقتها بالنار حتى صارت أرمدة (جمع رماد) وأستعملتها فوجدتها في غاية الجودة والصحة للشجر والخضر"

ويضيف ابن العوام قوله "يشبه أن يكون رماد الحمامات التى تحرق فيها الزبول بهذه الصفة" ويخصص ابن العوام فى كتابه عن التسميد باباً خاصاً عن التسميد فيعرف "الزبول" وأنواعها وتحضيرها ومنافعها لكل نوع من أنواع الأرض ولكل نوع من المغروسات والمزروعات .

ورث المفكرون والباحثون الغربيون فى القرن السادس عشر كثيراً من أفكار الذين سبقوهم فى تفسير تغذية النبات وقد ساد فى هذا العصر الرأي القائل بأن النبات يتغذى على الماء والمواد العضوية (الدبال) وأنه يمتص منها الأملاح . ويعتبر فرانسيس باكون Francis Bacon من أشهر مفكرى هذا العصر (١٥١٦-١٦١٤) وقد أعتق هذا الرأي وأعتقد أن الأرض تقى النبات من الحر والبرد وتساعد على غرس جنوره فيها فتحفظه من الرقاد . وأضاف أن كل نبات يستخلص من الأرض مادة خاصة تغذيه ولذا فزراعة نبات معين مرات متوالية فى نفس الأرض يفقرها فى هذه المادة وأتجه Jan Paptiste van Helmont (١٥٧٧-١٦٤٤) لإتجهاً تجريبياً فغرس فسيلة من نبات وزن ٥ أرطال فى ٢٠٠ رطل من الأرض الجافة وروى هذه الفسيلة بماء المطر لمدة أكثر من ٥ سنوات وفى نهاية المدة كان وزن النبات ١٦٩ رطلاً و٣ أوقيات وفقدت الأرض حوالي أوقيتين من وزنها الجاف وأستنتج هلمونت من ذلك أن النبات قد أستمد من الماء ١٦٩ رطلاً من وزنه ولكنه لم يشر إلى النقص الطفيف فى وزن الأرض الجاف وأعتبره خطأً تجريبياً.

وأتجه روبرت بويل Robert Boyle (١٦٢٧-١٦٩١) نفس الاتجاه وأكد نفس الاستنتاج غير أنه قام بتحليل النبات تحليلًا كيميائيًا وأوضح

أنه يحتوى أملاحا وكحولات وزيت وتراب وأنها جميعا مستمدة من الماء .

لاحظ جلوير Gloper (١٦٠٤-١٦٦٨) أن ملح نترات البوتاسيوم يزيد نمو النبات زيادة كبيرة وأعتقد أن خصوبة وقيمة السماد البلدى ترجع كلية إلى نترات البوتاسيوم وزاد جون ماير John Mayer (١٦٤٣-١٦٦٨) أن النترات تزيد فى الأرض فى فصل الربيع وتقل فى فصل الصيف وهو موسم النمو وأستنتج من ذلك أن النبات قد أمتصها فى نموه .

كانت ملاحظة وودوارد Woodward (١٦٩٩) أول معارضة صريحة لإستنتاجات فان هلمونت فقد غمت النباتات فى ماء مقطر وماء النهر ومستخلص الأرض فلاحظ أن النبات النامي فى مستخلص الأرض أفضل من الذي نما فى ماء النهر وهذا أفضل من الذي نما فى الماء المقطر فأستنتج أن الأرض وليس الماء هى التى تكون جسم النبات، وتحول الإتجاه إلى دور المادة العضوية فى تغذية النبات وأجريت عدة تجارب إستخدمت فيها مصادر كربونية مثل الفحم والزيوت المعدنية وفضلات الطيور وغيرها.

وفى مطلع القرن التاسع عشر تم التحول عن الرأي القائل أن الماء هو مصدر غذاء النبات فقد نشر نيقولا دي سوسير Nicolas T. dsausure رأيه القائل أن رماد النبات مأخوذ من الأرض وأوضح أنه إذا غمت بذرة

فى الماء فقط فإن الرماد لا يزداد عما فى البذرة أصلاً إلا بقدر ما يسقط عليها من تراب وأن عناصر هذا الرماد أساسية فى تغذية النبات وأن النبات يستمد من الأرض النروجين والعناصر المعدنية ويمتص الأوكسجين من الجو ويخرج ثانى أوكسيد الكربون كعملية مشابهة لعملية التنفس وأنه يمتص ثانى أوكسيد الكربون ليستعمله فى بناء جسمه .

العناصر الضرورية لتغذية النبات

لا يوجد فارق كبير بين البروتوبلازم فى الخلية النباتية والخلية الحيوانية ولكن الحيوانات تعتمد فى غذائها على حيوانات أخرى أو على نباتات حتى تستطيع أن تواصل حياتها . فالحيوانات تعتمد عموماً فى نهاية الأمر على المملكة النباتية اعتماداً كاملاً ، ولكن بروتوبلازم الخلية النباتية يستطيع أن يعيش مستقلاً عن أي مصدر حي آخر . أي أنه لا يستمد غذاءه من بروتوبلازم نباتي أو حيواني آخر ، فكل ما تحتاج إليه النباتات الخضراء هو مصدر من الماء وثاني أوكسيد الكربون وبعض العناصر المعدنية فتعيش - فى الضوء - مستقلة تماماً .

وأوضح ذلك أن (المواد الأولية) التى يستعملها النبات فى صناعة أنسجته تلعب دوراً حيوياً سواء فى حياة النبات أو حياة الأحياء جميعاً وأصبحت دراسة هذه (المواد الأولية) وكيف تؤدي دورها الخطير ذا الأهمية الكبرى لكل من يعملون فى الإنتاج النباتي .

وإذا أخذ من الذرة مثلاً لما تحتاجه النباتات فى نموها من العناصر

الغذائية فإننا نجد أن محصول فدان واحد من النرة الناجح الذي يعطى حوالي ٢٠ إردباً من حبوب النرة قد أنتج الآتي :

٢٠٠٠ كجم من الأحطاب	٧٠٠ كجم من (القوالمخ)
٢٨٠٠ كجم من حبوب النرة	٢٥٠٠ كجم من الجنور

وأستعمل فى إنتاج هذه المواد المقادير الآتية :

١- الماء حوالي ٢٥٠٠ م ^٣	٢- الأوكسجين حوالي ٣٠٠٠ كجم
٣- الكربون ٢٥٠٠ كجم	٤- النتروجين ٦٠ كجم
٥- البوتاسيوم ٥٠ كجم	٦- الكالسيوم ١٧ كجم
٧- المغنيسيوم ١٥ كجم	٨- الفوسفور ١٠ كجم
٩- الكبريت ١٠ كجم	١٠- الحديد ١ كجم
١١- المنجنيز ٠,١٥ كجم	

يضاف إليها مقادير صغيرة من البورون والكلورين والزنك والنحاس والولبدينوم .

والبناء الضوئي أي الكربون والهيدروجين والأوكسجين مع النتروجين والفوسفور فحدر الخلايا التى يتكون منها هيكل النبات تتكون أساسياً من الكربون ويتكون السروتين أساسياً من الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والفوسفور .

وقد أوضح ليبج Liebig ومن تبعوه أهمية عدد من العناصر فى تغذية

النبات وقد أتضح من كثير من الدراسات التى بنيت على التجربة العلمية أن النباتات تمتص العناصر المعدنية الموجودة فى منطقة الجذور دون تمييز الضروري منها أو غير الضروري ، فوجود عنصر ما فى أنسجة النبات لا يتخذ برهاناً على أن هذا العنصر ضروري لحياة النبات ، وأوضح مثل لذلك السليكون والألومنيوم .

وأوضح أرنون Arnon وجوب توفر النقط الثلاثة الآتية حتى يمكن إعتبار أن عنصراً ما حيوي للنبات المختبر :

١- أن غياب العنصر يجعل إستكمال النبات لظوره الخضري أو الثمرى متعذراً .

٢- أن مظاهر نقص هذا العنصر المختبر يمكن منعها من الظهور أصلاً أو علاجها بمد النبات بهذا العنصر وليس بعامل آخر .

٣- أن العنصر ذو دور مباشر فى تغذية النبات وليس عن طريق غير مباشر مثل تأثيره على الأحياء الدقيقة أو الظروف الكيميائية بالأرض أو بالوسط الذي ينمو فيه النبات .

ونوجز فيما يلي الدور الذي يؤديه كل عنصر من العناصر الضرورية للنبات .

الأوكسجين

يكفى أن نشير إلى عملية التنفس وما يرتبط بها من أكسلة وإحتزال لنعرف الدور الحيوي للأوكسجين فى النبات ، كما أنه يتحد مع الكثير

من العناصر الأخرى لتتكون المواد العضوية والأكاسيد ، والواقع أنه يندر أن نتذكر أن الأوكسجين يكون حوالي ٥٠٪ من المادة الجافة التي ينتجها النبات .

الكربون

تبنى النباتات أجسامها باستعمال ثاني أوكسيد الكربون الجوى بعملية البناء الضوئي ويحتوى الهواء على حوالي ٠,٠٣٪ ثاني أوكسيد الكربون ولذلك يجب أن يستعمل النبات كميات كبيرة من الهواء حتى يحصل على حاجته من ثاني أوكسيد الكربون فى الهواء المحيط بالنبات (وقد بذلت محاولات لزيادة نسبة ثاني أوكسيد الكربون فى حقول الذرة باستعمال مكعبات من ثاني أوكسيد الكربون المجدد) .

وفى دراستنا لأثر زيادة ثاني أوكسيد الكربون فى الهواء الجوى المحيط بالنبات (نجوى شحاته وآخرون ١٩٧٨) إستخدمت غرف للتنمية تسمح بزيادة معروفة فى ك_٢ مع إضاءة معروفة والقوة وتنمية نباتات الذرة وفول الصويا وأوضحت الدراسة ما يلي :

- ١- لم يتأثر نمو الذرة بزيادة تركيزات ك_٢ فى الهواء الجوى فى حالة عدم التسميد بالنزوجين ، بينما كان لهذه الزيادة أثر على نمو نباتات فول الصويا فى حالة عدم تسميده بالنزوجين وواضح أن ذلك يرجع لقدرة فول الصويا على تثبيث النزوجين من الهواء الجوى .
- ٢- بإضافة النزوجين وضع أثر زيادة تركيز ك_٢ على الذرة .

٣- زاد محتوى نباتات فول الصويا من النتروجين بزيادة ك أ٧ حتى فى حالة عدم إضافة سماد نتروجيني مما يشير إلى زيادة قدرة فول الصويا على تثبيت النتروجين الجوى نتيجة لزيادة تركيز ك أ٧ .

٤- كانت زيادة النمو فى حالة ١٥٠٠ جزء/مليون ك أ٧ أقل منها فى حالة ١٠٠٠ جزء/مليون وقد يكون أحد أسباب ذلك عدم كفاية مستوى الإضاءة .

أثر زيادة ك أ٧ فى هواء غرف التتمية على نمو الذرة وفول الصويا

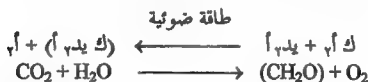
١٥٠٠ جزء/مليون ك أ٧	١٠٠٠ جزء/مليون ك أ٧	٥٠٠٠ جزء/مليون ك أ٧	غير معام	
٧,٢٦٢	٧,٠٨٩	٦,٧٧١	٥,١٢٤	وزن نبات الذرة (جم)
١١٨	١٢٤	١١٠	٩٤	طول نبات الذرة (سم)
٢,١١٦	٣,٠٠٠	٢,١٨٢	١,٤١٠	وزن نبات فول الصويا
٦٨	٨٠	٦٠	٥٤	طول نبات فول الصويا
١,٦	١,٧	١,٣	١,١	ن (%) فى أوراق فول الصويا
١٦,١٥	٢٥,٥٨	١٣,٩٠	٧,٦١	مقدار النتروجين (بجم)

الهيدروجين

يأخذ النبات الهيدروجين فى صورة ماء ، ودور الماء فى حياة النبات معروف وكذا يدخل الهيدروجين فى تركيب كثير من مركبات النبات مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات .

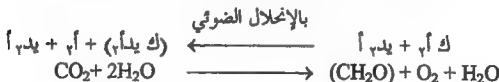
تتشترك العناصر الثلاثة - الأوكسجين والكربون والهيدروجين - فى

عملية البناء الضوئي فعندما تمتص الخلايا الخضراء Chloroplasts الأشعة الضوئية يختزل ثاني أكسيد الكربون إلى سكر وغاز الأوكسجين الذي يساوى فى الحجم مقدار ثانى أكسيد الكربون المختزل وهذه العملية عكس عملية التنفس التى تتأكسد فيها المواد العضوية - الكربوهيدرات - إلى ثانى أكسيد الكربون وماء طبقاً للمعادلة :



حيث (CH₂O) تمثل وحدة الكربوهيدرات و ٦ وحدات منها تعطى سكر الجلوكوز (ك ٦ أ ١٢) . (C₆ H₁₂ O₆)

غير أننا ننبه إلى أن هذه المعادلة قد تعطى القارئ فكرة أن مصدر الأوكسجين فى هذا التفاعل هو ك أ ولكن إستخدام الأوكسجين ١٨ قد أوضح أن مصدره هو الماء فتأثير الضوء يحلل جزئ الماء ولكن لما كان جزئ الماء يحتوى ذرة أوكسجين واحدة والمعادلة تشير إلى إنتاج ذرتين منه فمن الضروري أن يبدأ التفاعل بجزئتين من الماء ، وللحصول على معادلة متوازنة تمثل التفاعل يضاف جزئ ماء إلى طرفى المعادلة :



فجزئ الأوكسجين ينتج من الإنحلال الضوئي لجزئى الماء ، ويستخدم الهيدروجين الناتج منهما فى إختزال ك أ إلى (ك أ) وفى تكوين جزئ جديد من الماء .

النتروجين .

تمتص جذور النبات النتروجين فى صورتين أساسيتين هما النترات والأمونيوم ، (قد تمتص الجذور بعض الصور الأخرى وتتحول هذه إلى أحماض أمينية مختلفة بعد إختزال النترات إلى أمونيوم ثم بروتينات) ويحتاج النبات إلى كميات كبيرة نسبياً من النتروجين ولذلك فإن نقصه كثير الشيع كما أنه من العناصر التى تضاف إلى الأرض فى صورة أسمدة بكميات كبيرة .

الفوسفور

يوجد الفوسفور كأحد مكونات الأحماض النووية وكجزء من الدهون والفوسفوليبيد Phospholipids التى يعتقد أنها تلعب دوراً هاماً فى بناء الغشاء الخلوي ولذا فنقص الفوسفور يعتبر شديد الضرر بالخلية إذ يمنع تكون النواة والسيتوبلازم والأغشية الحديثة حول سطح الخلية .

وللفوسفور دور خاص فى خطوات تحول الجهد فى الخلية Energy Transfer Steps لأن المركبات مثل أدينوزين ثلاثى الفوسفات Adenosine Triphosphate المكونة من ثلاثة فوسفات مرتبطة فى حلقات معقدة يعتقد أن الإثنين الأخيرين منها يختلفان عن المجموعة الفوسفاتية الأولى لأن الإنحلال المائي Hydrolysis للرابطين الأخيرتين يعطى قدراً من الجهد أكبر مما يعطيه إنحلال الرابطة الأولى ولذا يطلق على الرابطين الأخيرتين (الرابطة الفوسفاتية الغنية بالجهد) "Energy-rich Phosphate Bond" ويرمز لها عادة بالعلامة (P) حتى يمكن تعريفها

من الروابط العادية التي يرمز لها عادة بالعلامة (- فو) وعلى ذلك فالمركب أ^٣ فو ATP يكتب أ- فو ~ فو ~ فو A-P~P~P وكسر هذا الجزئيء عند الرابطة الأخيرة ليعطى فوسفات حرة :



يطلق قدراً كبيراً نسبياً من الجهد الذي يمكن إستعماله فى إتمام مختلف التفاعلات التى تحتاج إلى جهد مثل إتحاد حامضين أمينيين ليكونا بيتايد ثنائي Dipeptide والناتج بعد عملية الهدم هو جزئى أ^٣ فو Adenosine Diphosphate (ADP) يمكن أن يتحول إلى أدينوزين ثلاثي الفوسفات مرة أخرى بإستعمال الجهد أى :



يمتص النبات الفوسفور على صورة ارثوفوسفات أحادية أى يد^٣ فو أ^٣ وكذا بكميات أقل من الأرثوفوسفات الثنائية يد فو أ^٣ .

ويعتقد أن البيروفسفات والميتافوسفات أيضا يمكن امتصاصهما وقد أصبح للميتافوسفات أهمية من الناحية التجارية بعد إنتاج أسمدة منها، وهناك رأى أن الميتافوسفات يجب أن تنحل مائياً Hydrolysis إلى أرثوفوسفات أحادية قبل امتصاصها .

البوتاسيوم

يمتص النبات كميات كبيرة من البوتاسيوم وبينما يدخل الفوسفور والنزوجين فى تركيب مواد معينة فى جسم النبات فإن دور البوتاسيوم

غير واضح كل الموضح فهو يوجد فى أنسجة النبات على صورة أملاح
ذائبة .

وقد أوضحت بعض الدراسات أن البوتاسيوم ضروري كعامل
مساعد لتفاعلات أنزيم التنفس (Miller and Evans, 1957)
Respiratory enzyme وفى تكوين روابط الببتيدات Peptide bonds
عند بناء البروتين. (Webster, 1955) وميتابوليزم النروجين
(Bakeman and Mulder, 1956) وتحسين تحرك الكربوهيدرات
(Spraene, 1954).

ويذكر إيفانس وكورفالس (1971) Evans and Corvallis أن
العناصر الأحادية - البوتاسيوم ، الروبيديوم ، السيزيوم ، الأمونيوم ،
الصوديوم والليثيوم - لازمة لتنشيط نحو ٦٠ إنزماً فى النباتات وتقوم هذه
الإنزيمات بالمساعدة Catalyses فى تكوين البروتين والنشا وغيرهما
ويرى أن البوتاسيوم هو أهم هذه الكاتيونات جميعاً سواء بالنسبة إلى
التركيز الذي يوجد به فى النباتات أو بالنسبة إلى ما يحدثه من تنشيط
فعند تركيز ٢٠ ملليجرام من هذه الكاتيونات تتكون المقادير الآتية من
مركب ADP بالملليجرام (١,٥ فى حالة البوتاسيوم ، ١,٠ فى حالة
الروبيديوم ، ٠,٩ فى حالة السيزيوم ، ٠,٧ فى حالة الأمونيوم ، ٠,٣
فى حالة الصوديوم و صفر فى حالة الليثيوم)، ويوضحان دور البوتاسيوم
وعلاقة هذا الدور بالنروجين بأن النروجين أحد مكونات البروتينات
والبوتاسيوم ضروري لتنشيط مجموعة كبيرة من الأنزيمات خصوصاً تلك

التي تعمل على تجميع المركبات ذات الوزن الجزيئي الصغير لتكوين مركبات ذات أوزان جزيئية كبيرة مثل النشا والهروتين وتحدث هذه العملية في أجزاء الخلية بمقدار كافٍ من البوتاسيوم حتى لا تتلف مراكز الإنتاج بالخلايا .

وتحتوى أنسجة النباتات الصغيرة النامية على مقادير من البوتاسيوم أعلى مما تحتويه الأنسجة الأكبر سناً ويتحرك البوتاسيوم في أنسجة النبات فينتقل من الأنسجة الكبيرة إلى الأنسجة الصغيرة .

ورغم أن كثيراً من الباحثين قد أوضحوا ضرورة البوتاسيوم لنمو النبات فقد أوضحت بعض الدراسات إمكان إستبداله بالصوديوم في زراعات مائية بنسبة تصل إلى ٨٠٪ بالنسبة لنبات بنجر السكر بينما لا يمكن إستبداله إطلاقاً بالنسبة إلى البطاطس ويذكر Ulrich and Ohki أن النباتات التي نمت في ظروف توفر لها حاجتها من البوتاسيوم كانت أفضل من تلك التي أستبدل جزء كبير من حاجتها من البوتاسيوم بالصوديوم ولا زال موضوع مدى إحتياج النبات للصوديوم وعلاقة البوتاسيوم مع الصوديوم بالنسبة لنمو النبات في حاجة إلى مزيد من البحث .

وأول ما تظهر أعراض نقص البوتاسيوم في النبات تكون في الأجزاء التي تم نضجها حديثاً وليس على الأجزاء الصغيرة النامية ويتقدم نمو النبات تظهر أعراض نقص البوتاسيوم على الأجزاء التي تنضج ويرجع

ذلك إلى ما أشرنا إليه سابقاً من قدرة البوتاسيوم على الحركة منها إلى الأنسجة النامية فإذا لم يوجد بكميات كافية فإنه ينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأنسجة النامية ليوفر بعض إحتياجاتها وفي حالة شدة نقص البوتاسيوم فإن النبات كله قد تظهر عليه أعراض هذا النقص .

الكالسيوم

تمتص النباتات الكالسيوم على الصورة الأيونية وهو ضروري لجميع النباتات العليا ويوجد فى الأوراق على صورة بكتات (أملاح حامض Pectic) وكذلك متحداً مع الأحماض العضوية الأخرى ويترسب فى جدر كثير من الخلايا على صورة أوكسالات ويبدو أن الكالسيوم ذو علاقة وثيقة مع الخلايا المرستيمية وتكون الأزهار .

وعلى عكس البوتاسيوم الذي يتميز بتحريكه فى النبات فإن الكالسيوم عنصر مقيد Immobile ولا ينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النامية عند نقصه ويؤدى ذلك إلى أن أعراض نقصه تبدو أولاً فى الأنسجة النامية الصغيرة .

المغنيسيوم

تمتص النباتات المغنيسيوم كأغلب الكاتيونات على الصورة الأيونية ويدخل المغنيسيوم فى تركيب جزئ الكلوروفيل فبغيره لا تستطيع النباتات الخضراء أن تقوم بعملية التمثيل الضوئي .

ويوجد المغنيسيوم أيضاً في البنور ويدلو أنه مرتبط مع ميتابوليزم (أيض) الفوسفور ويعتبر حيوياً لتنشيط عدد من الأنزيمات .
والمغنيسيوم سهل الحركة في النبات وينتقل من الأجزاء الناضجة إلى الأجزاء النامية فيه عندما يكون مقداره غير كافٍ لإحتياجات النبات ولذلك فإن أعراض نقصه يبدو ظهورها على الأوراق السفلي .

الكبريت

عرف الباحثون ضرورة الكبريت للنبات منذ أكثر من ١٠٠ سنة وعرفوا أيضاً أن النبات يمتصه من الأرض على صورة كبريتات ، كما تستطيع أوراق النبات إمتصاص ثاني أكسيد الكبريت من الجو ويتحول بمجرد إمتصاصه إلى كبريت ولوحظ أن إحتياجات النبات من الكبريت تقارب إحتياجاته من الفوسفور على وجه عام ولو أن ذلك يختلف من نبات إلى آخر .

وتتحول نسبة كبيرة من الكبريتات الممتصة إلى يد٣ كب ولو أن ذلك لا يمنع أن تحتفظ بعض أنسجة الخلايا وعصارتها بالكبريت في صورة كبريتات دون ضرر ويوجد الكبريت في صورته المختزلة في مركبات مثل المستئين Cystine والمثيونين Methionine والثيامين Thiamin وغيرها .
وتوجد بعض الدراسات تشير إلى دور خاص لمركبات الكبريتيد Sulfide في عملية تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كيميائية .

والكبريت عنصر متحرك في النبات فيمكن أن يتحرك من الأجزاء التي بها كميات كبيرة منه إلى الأجزاء النامية التي تحتاج إليه عندما يقل المقدار الممتص من الأرض منه .

العناصر الدقيقة

فى دراسات تغذية النبات تأخر التعرف على دور العناصر الدقيقة فى حياة النبات لوجود أغلب هذه العناصر على صورة شوائب فى أملاح العناصر الأساسية أو فى الزجاج وعندما أمكن الحصول على أملاح العناصر الأساسية فى صورة نقية إتضح الحاجة إلى العناصر الدقيقة وعرفت واحداً بعد الآخر ولو أن الحديد قد عرفت أهميته للنبات منذ وقت طويل بواسطة Grisla فى سنة ١٨٤٤ ثم عرف دور المنجنيز والبورون والزنك والنحاس والمولبدنوم بين عامى ١٩٢٢ ، ١٩٢٩ ثم كان إكتشاف ضرورة الكلورين للنبات فى سنة ١٩٥٤ بواسطة بوكير وكارلتون وستاوت Booker, Carlton and Stout .

ويذكر (1969) Brownell and Wood Sauchli أن الصوديوم ضروري للألجي الزرقاء المحضرة ونبات الأتريلكس ووظيفته فى النبات شديدة الارتباط بالكلورين .

وتحتاج النباتات إلى كميات ضئيلة من المنجنيز والزنك والنحاس والبورون والمولبدنوم والكلورين ووظائف هذه العناصر فى النباتات ذات صلة وثيقة بالأنزيمات ونشاطها وعدم توفر الكميات الضئيلة الضرورية منها يعطل كثيراً من العمليات الحيوية فى النبات .

ولم يثبت بعد ضرورة عنصرى الكوبالت والفاناديوم للنباتات ولو أن بعض الباحثين يعتقدون أن للعنصرين دوراً حيوياً فى النبات يستلزم وجود كميات ضئيلة منهما فى بيئة النمو فى صورة قابلة للإمتصاص .

ولبعض النباتات إحتياجات خاصة من بعض العناصر مثل حاجة الدياتومات إلى السليكون لبناء جدرها الخلوية ولكن مثل هذه الإحتياجات ليست عامة بالنسبة لجميع النباتات كما لوحظ أن غياب السليكون يزيد إحتمال تعرض نباتات القمح إلى الإصابات الفطرية غير أن هذه العناصر لا تعتبر حتى الآن من العناصر الضرورية للنبات .

ونود أن نوجه النظر إلى أن التحليل الكيميائي لأنسجة النباتات قد يوضح وجود عدد من العناصر التى لا تعتبر ضرورية لنمو النبات وإستكمال دورة حياته ويجب ألا يفهم من وجود هذه العناصر بأنسجة النبات أنها ضرورية له إنما النبات يمتصها ضمن العناصر المختلفة التى يمتصها فآلية إمتصاص الكاتيونات مثلاً متشابهة ، وبالتالي فالكاتيونات الضرورية مثل البوتاسيوم والأمونيوم والكلسيوم والمغنيسيوم يمكن أن يمتص معها الصوديوم رغم أنه لا يعتبر عنصراً لازماً للنبات * . والمقدار الممتص من كل كاتيون من هذه الكاتيونات بما فيها الصوديوم يحدده الصورة الكيميائية التى يوجد بها فى الأرض والتركيز النسبي للصورة الميسورة من كل من هذه العناصر فى بيئة النمو فضلاً عن خواص العنصر نفسه (أحادى التكافؤ أو ثنائية مثلاً) بالإضافة إلى خواص بيئة النمو نفسها (سيأتي بيان العوامل التى تؤثر على الإمتصاص فى موقع آخر) .

وكذلك الحال بالنسبة للأنيونات فقد يوجد بأنسجة النبات أنيونات يدخل فى تركيبها عناصر لا تعتبر ضرورية للنبات ولكنها تمتص مع باقي الأنيونات نتيجة لآلية إمتصاص هذه الأنيونات .

* يرى بعض الباحثين أن الصوديوم يمكن أن يعوض - جزئياً - نقص البوتاسيوم بالنسبة لبعض النباتات .

وتجدر الإشارة إلى أن النبات يمتص العناصر المختلفة نتيجة لآليات Mechanisms أو ظروف تعتمد على الخواص الفيزيائية الكيميائية Physicochemical والفسولوجية وقد يؤدي ذلك إلى إمتصاص عناصر ضارة أو سامة بالنبات أو زيادة إمتصاص عناصر ضرورية بدرجة تؤدي إلى حدوث أضرار بالنبات مثل إمتصاص الصوديوم فى الأراضى المتأثرة بالملاح أو إمتصاص البورون عندما يزيد تركيزه فى ماء الرى أو بيئة النمو .

دور التغذية فى مقاومة النباتات للأمراض

- مد النبات بجميع إحتياجاته من العناصر المغذية يزيد إنتاجه وبذا يمكن تجنب الأضرار بسرعة .
- نقص النروجين يعنى غالباً التعرض لهجمات الطفيليات .
- زيادة النروجين تجعل أنسجة النبات رخوة إسفنجية وتزيد تعرضه للإصابة بالفيروسات والبكتريا والفطر عن طريق عمليات كيميائية حيوية داخل النبات .
- نقص الفوسفات يزيد تعرض النبات للإصابة بالفطريات الضارة وقد يرجع ذلك إلى عدم ملائمة نسبة النروجين / الفوسفور .
- نقص البوتاسيوم يخفض إنتاج النشا مما يجعل جدر الخلايا أكثر رقة وضعفاً وشعيرات الأوراق ضعيفة وينتج عن ذلك سهولة دخول الطفيليات وقد لا يكتمل تكون النشا فيزداد تكون السكر كمركب متوسط مما يشجع الإصابة بالمن وما قد يسببه من العدوى بالفيروس .

• يسبب نقص الكلسيوم ضعف عوامل القوة بالنبات مما ييسر دخول هيفات الفطريات على سبيل المثال .

• يودى نقص السليكون إلى رقاد النبات Lodging لضعف سوقه كما يبدو أن حامض السليسيك يزيد المقاومة ضد الأمراض الفطرية .

ولا يعرف الكثير حتى الآن عن إمتصاص النباتات للمضادات الحيوية لتزيد مقاومتها للأمراض البكتيرية ولو أن من الممكن أن امتصاص هذه المضادات الناتجة في التربة قد يلعب دوراً هاماً لحماية النبات من هذه الأمراض ، فالتسميد الذي يساعد على بث الحياة في التربة قد يعنى أيضاً زيادة إنتاج المضادات الحيوية فيها .

وتبدو العلاقة بين التغذية ومقاومة النبات للأمراض واضحة في حقل تعاني نباتاته نقص التغذية إذ كثيراً ما تكون هذه النباتات عرضة للإصابة بالطفيليات المختلفة .

إمتصاص النبات للعناصر المغذية

تقدمت دراسات تغذية النبات في السنوات الأخيرة تقدماً كبيراً فمنذ اتضح لباحثي القرن التاسع عشر أن النبات يمتص العناصر في صورها المعدنية توالى الدراسات لكشف العناصر الضرورية لتغذية النبات والصور التي يستطيع النبات إمتصاصها من هذه العناصر وطرق النبات في الامتصاص والظروف التي تلائم عملية الإمتصاص والتي لا تلائمها .

ونمو النبات محصلة لعوامل شديدة التعقيد ولذلك فقد قابل الباحثون

صعوبات مختلفة عند دراستهم لتغذية النبات وبعد أن عرفوا أن النبات يمتص العناصر في صورة أيونية عملوا إلى تنميته في محاليل العناصر المغذية تبسيطاً للعوامل التي تؤثر على إمتصاص هذه العناصر عند تنمية النبات في الأرض وتدرجوا بعد ذلك إلى تنمية النباتات في معلقات من الطين والماء مع العناصر المغذية وكلما تنميتها في غرويات نقية مثل أنواع معينة من الطين أو الراتنجات Resins ، كما إستعملوا في هذه الدراسات جذور النباتات وحدها Excised Roots والنباتات الكاملة Intact Plants .

وعند إستعمال المحاليل المغذية لتنمية النباتات أتضح أنه يجب توافر الشروط الآتية فيها :

١- أن تحضر هذه المحاليل بحيث تحتوى تركيزات من العناصر تتناسب تقريبا مع معدلات امتصاص النبات لها حتى لا ينفذ أحدها من المحلول قبل بقية العناصر .

٢- أن تكون متوازنة Balanced أى يمتص النبات منها تقريبا مقادير من الكاتيونات مساوية لما يمتصه من الأنيونات حتى تتفادى تحول المحلول إلى الحموضة الزائدة إذا إمتص النبات مقدارا من الكاتيونات أكبر من الأنيونات وهو ما يعبر عنه " بالحموضة الفسيولوجية " Physiological Acidity ، أو تحوله إلى القلوية بزيادة امتصاص الأنيونات عن الكاتيونات Physiological Alkalinity .

٣- يرى بعض الباحثين أن يتوافق تركيب المحلول المغذى مع نوع النبات الذي ينمو فيه غير أن النبات له القدرة على إمتصاص حاجته من

مختلف العناصر وعلى سبيل المثال فان بادرات البرسيم تحتوي حوالى ٢,٠ جم من الفوسفور بينما بادرات القول النامية فى نفس التربة وتحت نفس الظروف إحتوت ١٤,٦ جم من الفوسفور .

وينمو الكثير من أنواع النباتات فى محاليل أطلق عليها " قياسية " أى تصلح لعدد من النباتات ، وعند تنمية نباتات فى المحاليل يقتضى أن يكون تركيز الأملاح بالمحلول ١٪ و ٢٪ (وقد يرتفع إلى ٥٪ لظروف خاصة) وهذا التركيز يعادل ضغطاً أسموزياً نحو ٠,٥ - ١,٥ جو ، ونورد فى الجدولين الآتيين تحضير وتركيب محاليل مغذية شائعة الإستخدام.

أ - تحضير بعض المحاليل المغذية وتركيبها الكيميائي

K NO ₃	نترات بوتاسيوم	٤٦٠	٤٢٦	٥٠٠
Ca (NO ₃) ₂ .4H ₂ O	نترات كلسيوم	-	٨٦٨	١١٨
K H ₂ PO ₄	فوسفات أحادية البوتاسيوم	١٠٥	٢٤٨	١٣٦
NH ₄ NO ₃	نترات أمونيوم	٧٥	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	كبريتات أمونيوم	-	١٠	-
Mg 50.7H ₂ O	كبريتات مغنيسيوم	٢١٦	٣٧٨	٤٩٣
Mg (NO ₃) ₂ .6H ₂ O	نترات مغنيسيوم	٢٥	-	-
Ca CO ₃	كربونات كلسيوم	٨٥	٠	٠
Fe-cetrate/fe-EDTA	سترات حديد (٢٠٪ ح)	-	-	٥
Fe SO ₄ .7H ₂ O	كبريتات حديدوز	١٥	٢٠	٠
Mn SO ₄ .4H ₂ O	كبريتات المنجنيز	٢	٥	٢
Zn SO ₄ .7H ₂ O	كبريتات الزنك	٠,٨	٠,٠٤	٠,٢
Cu SO ₄ .0H ₂ O	كبريتات النحاس	٠,٦	٠,٠٤	٠,٠٨
Na B ₄ O ₇ .10H ₂ O	بوراكس	١,٧	١٠,٠	٢,٠
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	مولبدات الأمونيوم	-	-	٠,١

المحلول - يستخدم ماء مقطر ماء الخنفيه - جم من الملح المحتوى على العنصر/لتر

ب - التركيب الكيميائي (نسب العناصر المغذية بالخلول)

Gerike Pennings sfield

مجم/لر (جزء/مليون)

رقم pH عند الابتداء	٥,٥	٥,٥	٤,٥
تركيز الملح %	١,٧	٢	٠,٩
N	٢١٢	١٩٢	٩٣
P	٢٤	٦٤	٣٢
S	٦٤	٥٠	٢٨
K	٢١٠	٢٤٨	٢٣٤
Ca	٣٤	١٧٨	٢٠٠
Mg	٢٤	٣٧	٤٨
Fe	٣	٤	(١)
Mn	٠,٥	١,٢	٠,٥
Zn	٠,٢	٠,١٠	٠,٠٥
Cu	٠,١٥	٠,٠١	٠,٠٢
B	٠,٢	١,٠	٠,٥
Mo	-	-	٠,٠١

- يضاف الحديد كل ٣ أيام

- إحتياجات النبات من الكلورين تأتي من شوائب الكيماويات ولذا لم تضاف .

إمتصاص النباتات للعناصر المغذية من الأرض

إستعملت طرق الدراسة السابق الإشارة لها سواء المحاليل المغذية أو المعلقات الغروية للتعرف إلى آليات Mechanisms النبات في إمتصاص العناصر الغذائية بواسطة جذوره حتى يمكن منها تفسير النتائج التي يتحصل عليها من دراسة النبات عند نموه في الأرض وفي دراستنا لخصوبة

الأراضي فإن إمتصاص النبات من النظام الأرضي هو الذي يهمننا بصفة مباشرة رغم أن بعض نواحي هذا الموضوع لا زالت موضوع خلاف بين كثير من الباحثين وفي الصفحات التالية عرض لبعض الدراسات قسى هذا المجال الهام من دراسات الأرض والنبات .

يطلق تعبير " النظام الأرضي " على المواد الصلبة والسائلة والغازية التى توجد معاً فى الكتلة الأرضية وتوجد العناصر المغذية فى حالة ذائبة أى بالقسم Phase السائل من النظام الأرضي وفى حالة صلبة بالطور أو القسم الصلب بغض النظر عن أهمية الهواء الأرضي من الناحية الغذائية .

ويحتوى المحلول الأرضي العناصر المغذية فى صورة ذائبة وقد أعتبرت هذه العناصر الذائبة المصدر الذي يستطيع النبات الحصول منه على حاجته منها . وظل هذا الرأي سائداً وقتاً غير قصير رغم أن بعض الباحثين الأوائل اعترضوا عليه فقد أشار Liebig سنة ١٨٥٨ إلى " أن مقادير العناصر الذائبة أو التى يمكن إذابتها فى المحلول الأرضي لا يمكن أن تكفى حاجة النبات وأنه لابد من وجود طريقة أخرى ذات صلة بجنور النبات تعمل على مده بحاجته من هذه العناصر " وبرزت بعد ذلك أهمية الجزء الصلب من العناصر المغذية ومساهمته فى مد النبات بحاجته منها وقسمت عملية حصول النبات على عنصر مغذى من الجزء الصلب إلى الخطوات الآتية :

١- تحول العنصر من الطور الصلب إلى الطور السائل فى المحلول الأرضي.

- ٢- تحرك الأيون من أى نقطة فى المحلول الأرضي إلى جوار الجذر .
 - ٣- إنتقال الأيون من قرب الجذر إلى داخل الجذر .
 - ٤- إنتقال الأيون إلى أعلى النبات .
- ويتم تحول العنصر من الطور الصلب إلى الطور السائل فى النظام الأرضي بإحدى الطرق الآتية :

١- التبادل Exchange

- أ) يتبعث ثاني أكسيد الكربون من الجذور فيكون فى المحلول الأرضي حامض كربونيك .
- ب) ينتشر حامض الكربونيك فى المحلول لينصل إلى سطوح حبيبات الطين .
- ج) يحل أيون هيدروجين الحامض محل أيون البوتاسيوم مثلاً على سطح الطين وتكون بيكربونات البوتاسيوم .
- د) ينتشر الملح الجليد - بيكربونات البوتاسيوم - من سطح الطين متجهاً إلى الجذر حيث يتبادل البوتاسيوم مع الهيدروجين على سطح الجذر أو يدخل الجذر على صورة زوج من الأيونات، ويطلق على هذه الآلية نظرية ثاني أكسيد الكربون .

٢- الإذابة Dissolution

وهى تمثل قدرة الجزء الصلب من النظام الأرضي على مد المحلول الأرضي بالعناصر المغذية ويذكر فريد وشايبو fried and Shapiro أن معدل تحول العناصر من الصورة الصلبة إلى المحلول الأرضي ثابت ومميز لكل أرض .

والقدرة على إذابة الطور الصلب تزيد عموماً بارتفاع درجة الحرارة كما أن نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الأرضي تزيد زيادة كبيرة على نسبته في الهواء الجوى ، والحامض الناتج عن ذوبانه في الماء الأرضي له قدرة على إذابة كثير من المواد الصلبة تزيد عن قدرة الماء وحده وتختلف آلية الإذابة في هذه الحالة عن آلية التبادل المشار إليها في الفقرة السابقة .

٣- التقييد Chelation

يرى هنز Hunter وآخرون أن جذور النبات تفرز مركبات مقيدة تنتشر في المحلول الأرضي حتى تصل إلى المركبات غير الذائبة المحيطة بالجذور فتربط مع العناصر وتعود مرة ثانية بالإنتشار إلى جذور النبات .

سبق أن ذكرنا أن العناصر المغذية قد توجد في المحلول الأرضي أو في صورة صلبة مدمصة على سطوح حبيبات الأرض الدقيقة معدنية أو عضوية أو في صورة رواسب وإذا كان قد إتضح من عدد من الدراسات العلاقة الوثيقة بين المحلول الأرضي وبين إمتصاص النبات للعناصر فإن المحلول الأرضي نفسه شديد الارتباط سواء من ناحية العناصر التي يحتويها أو تركيزها بالصورة الصلبة من الأرض ومن العنصر فأول العمليات التي تؤثر على الإمتصاص هي مدى تحول عنصر ما من الصورة الصلبة إلى الصورة السائلة ، ثم تحرك الأيون بعد تخلصه من الجزء الصلب في المحلول الأرضي بواسطة الإنتشار أو منقولاً مع الماء نحو سطح الجذر .

فالمقدار الذي يحتويه المحلول الأرضي من عنصر ما يتوقف على القدرة الإمدادية للجزء الصلب من الأرض لهذا العنصر في المحلول وبذا إتجهت

الدراسات إلى تركيز العنصر في المحلول وهو ما يعبر عنه في بعض الدراسات Intensity أو عامل القوة والقدرة الامدادية Replenishment.

١- عامل القوة في المحلول الأرضي The Intensity Factor

يصف هذا العامل " قوة " الأيون في المحلول والتعبير عن قوة الأيون يمكن أن يكون بالتركيز أي بتقدير المقدار الكلى من هذا الأيون في المحلول، ولكن بعد إدخال النشاط أو الفاعلية Activity في دراسة قوة الأيونات بالمحاليل إتضح أن المقدار الكلى من الأيون بالمحلول لا يعبر التعبير الصحيح عن قدرة هذا الأيون في التفاعلات الكيميائية المختلفة ، ولذلك أصبح التعبير بإستخدام التركيز النشط أو الفعّال ، وهو حاصل ضرب المقدار الكلى/الموجود من العنصر الذائب في معامل النشاط أكثر دقة عند محاولة ربط التركيب الأيوني لكل من المحلول الأرضي والنبات النامي . فإذا كان التركيز من العنصر في المحلول "ك" فإن المقدار النشط أ - ك م حيث "م" معامل النشاط .

٢- القدرة الامدادية للأراضي The Replenishment Factor

يمكن أن نقسم المقدار الكلى من عنصر ما بالأرض إلى قسمين ، الأول القسم الذائب في المحلول الأرضي والآخر بالصورة الصلبة من النظام الأرضي وهو كما ذكرنا سابقاً في صورة مدمصة أو قابلة للتبادل أو في صورة مرسبة ، وهذا القسم يعمل كمخزن للعنصر يعوض ما يستنزف من المقدار الذائب في المحلول الأرضي .

فالقسم الأخير - الصلب - يعبر عنه عادة بكمية العنصر بالأرض Quantity تمييزاً له عن قوة العنصر بالحلول Intensity وكمية العنصر وقوته بالحلول ترتبطان معاً فزيادة الكمية قد تزيد القوة بحكم العلاقة بينهما ويعبر عنها بالسعة التنظيمية Buffering Capacity وهى مقاومة النظام من الكمية والحلول - لتغير قوته - ويعبر عن السعة التنظيمية بنسبة التغير فى الكمية "ك" أو "q" إلى التغير فى القوة "ق" أو "I" أى أن: السعة التنظيمية = $\frac{\Delta q}{\Delta I}$ أى $\frac{\Delta q}{\Delta I}$.

والعلاقة البيانية بين هذين العاملين تعطى خطأً منحنياً ولكن القسم الأول منه مستقيم تقريباً ، وفى هذا القسم تكون النسبة $\Delta q / \Delta I$ ثابتة، وهو القسم الهام من الناحية التطبيقية غالباً ، ولو أن بعض الدراسات تقتضى أن يدخل كل الخط بما فيه الجزء الأعلى المنحنى فى نسبة التغير وهذه الحالة غير ثابتة ويعبر عنها $\frac{dq}{dI}$ أو السعة التنظيمية التفاضلية أو المتغيرة Differential Buffering Capacity (DBC) وتوقف على قيمة "ق" لأن قيمة ك عادة ثابتة .

ومهما كانت طريقة مد الحلول الأرضي بالعناصر المغذية فإن تركيز هذه العناصر بالحلول الأرضي دائماً أقل من أن يفي بحاجة النبات . ولذا فمن الضروري أن تتحدد محتويات المحلول الأرضي عدة مرات يومياً خصوصاً فى حالة الفوسفور لانخفاض تركيزه فى المحلول الأرضي إنخفاضاً شديداً حتى يستطيع النبات إستيفاء حاجته من العناصر .

تحرك الأيون إلى جوار الجذر

قسم باربر (1962) Barber الوسائل التي تصل بها العناصر المغذية بالأرض إلى سطوح جذور النبات إلى ثلاث وسائل :

١- أن يصل الجذر بنموه إلى حيث توجد هذه العناصر أي أن الجذر "يعترض" العناصر حيث تكون ، ولذا يطلق على هذه الآلية "الإعراض الجذري" Root Interception .

٢- أن تنتقل العناصر إلى سطوح الجذور بواسطة النقل مع الماء ويطلق على هذه الآلية الانتقال الكتلي Mass Flow ، ويحرك الماء في الأرض نحو الجذور نتيجة الجذب المستمر له الناتج عن امتصاصه بواسطة جذور النبات ، ويتأثر إنتقال الماء وبالتالي العناصر المحمولة معه بنفاذية الأرض للماء وكلما بدرجة الحرارة لأن حركة الماء تتأثر بمعامل اللزوجة ويتأثر الأخير بدرجة الحرارة .

٣- أن تنتقل العناصر من الأرض إلى سطح الجذر "بالإنتشار" Diffusion ، ويتوقف الإنتشار على وجود فرق (منحنى أو ممال) في التركيز Gradient .

ويمكن توضيح "الإنتشار" بوضع عدد من بللورات ملح في كوب من الماء فبعد مضي بعض الوقت نجد أن الملح أصبح موزعاً بانتظام في المحلول كله .

وآلية هذا التوزيع "الإنتشار" هي حركة كل من جزيئات الماء والملح في جميع الاتجاهات ، ويقدر الإنتشار النهائي Net Diffusion بالفرق بين عدد الجزيئات التي تحرك في أى إتجاهين متضادين في مدة معينة .

وفى دراستنا لموضوع الانتشار (Balba and Daoud 1975) باستخدام الصوديوم المشع ٢٢ أوضحنا أن معامل إنتشار الصوديوم يختلف باختلاف نوع الطين فهو فى نظام من طين الكاولينايت والماء أعلى منه فى نظام من طين المونتموريللونايت والماء ، وإزداد معامل إنتشار الصوديوم بزيادة تركيز أملاح الصوديوم فى النظام وانخفض هذا المعامل بزيادة نسبة الرمل إلى الطين ، أما فى دراسة معامل إنتشار الصوديوم فى الأراضي المصرية فإن قيمة هذا المعامل تكون محصلة لعدد من العوامل أهمها التوزيع الحجمي لحبيبات الأرض ونسبة الأملاح الذائبة ونوع الطين السائد بالأرض ونسبة كربونات الكلسيوم بها .

وفى دراسة أخرى على إنتشار الأمونيوم والنترات (Balba and Nasseem) أن معامل إنتشار النترات أعلى من معامل انتشار الأمونيوم وأنهما يتأثران بالعوامل التى سبق أن أوضحناها فى دراسة إنتشار الصوديوم بنفس الاتجاه زيادة أو نقصاً .

وحاول باربر Barber تقويم كل وسيلة من ناحية كفاءتها فى مد النباتات بحاجته من العناصر المغذية من الأرض وأتتهى إلى أن الوسيلة الأولى - الإعراض الجذري - لا تمد نبات النرة الذي ينتج حوالي ٢٥ إردباً للفدان من عمق ١٥ سم بأكثر من ٦ إلى ١٠ فى المائة من حاجته من النروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، ولكنها تكفى لأن تمله بجميع حاجته من الكلسيوم والمغنيسيوم .

وأن النقل بالماء - الانتقال الكتلي Mass Flow - يمد النبات بأغلب حاجته من المغنيسيوم ولكنه لا يكفي لمده إلا بنسبة صغيرة من حاجته من البوتاسيوم والفوسفور، وأوضح باربر أنه باستعمال الكيريت المشع تجمع الكيريت حول الجذور بالانتقال مع الماء .

ويرى أن النقل بالانتشار هو الوسيلة الأساسية التي تمد النبات بأكثر حاجته من الفوسفور والبوتاسيوم .

ويرى شابيرو (Shapiro) أن النقل مع الماء هو الآلية الأساسية لحركة الفوسفور في الأرض متجهاً نحو الجذر غير أن أولسن Olson يرى أنه إذا كان تركيز الفوسفور في محلول أرض خصبة بين ٠,٢-٠,٣ جزء/مليون وأن نباتات الذرة تحتاج إلى نحو ٢٥٠-٣٥٠ جم من الماء لكل ١ جم من المادة الجافة التي ينتجها ، وأن هذا المقدار من الماء ينقل معه من الفوسفور إلى نبات الذرة مقداراً صغيراً لا يشكل غير نسبة ضئيلة مما يحتويه النبات فعلاً من الفوسفور ولا تكاد تزيد هذه النسبة عن ٢-٤٪ من جملة الفوسفور الذي أمتصه النبات وقد تزيد هذه النسبة مرتين أو ثلاث مرات في حالة توالى الري أو بالتسميد بالفوسفور . ويستنتج أولسن من ذلك أن الآلية الأساسية في عملية الانتقال بالنسبة للفوسفور هي الانتشار ، وقام بمحاولة لتقييم آلية النقل بالانتشار من الناحية النظرية وأنتهى من هذه الدراسة إلى أن إنتشار الفوسفور يلعب دوراً هاماً في إمتصاص جذور نبات الذرة للفوسفور وباستخدام هذه الدراسة النظرية إتضح له من حساب معامل إنتشار الفوسفور في أرض طينية وأرض رملية أن معدل

إمتصاص هذا العنصر بواسطة جذور الذرة فى أرض طينية يعادل نحو ٣ أمثال هذا المعدل فى الأرض الرملية ثم قام بالتحقق من ذلك تجريبياً وأوضح أن جذور الذرة النامية فى الأرض الطينية تحتوى ما يقرب فعلاً من ٣ أمثال ما تحتويه قريبتها النامية فى الأرض الرملية .

وفى رأينا أن آلية إنتقال العنصر من الجزء الصلب فى النظام الأرضي إلى سطح الجذر لازالت تحتاج إلى مزيد من البحث .

ويقدر فريد وشابيرو (Fried & Shapiro, 1961) أن المحلول الأرضي يستطيع أن يمد محصول ذرة مقدار حوالى ٢٠ إردباً للفدان بمعظم حاجته من العناصر الغذائية فى أرض تحتوى ٢٠ جزء/مليون من الفوسفور ، ٤٠ جزء/مليون كلسيوم ، ٤٠ جزء/مليون مغنيسيوم و ١٠٠ جزء/مليون بوتاسيوم ويلاحظ أن تركيز ٢٠ جزء/مليون فى المحلول الأرضي - ذائب فى الماء - فى الأراضي المصرية نادر الحدوث .

ورغم أن كثيراً من الباحثين يعتبرون أن نظرية المحلول الأرضي مقبولة إلا أن بنى Jenny يرى أنها قاصرة عن تفسير قدرة النبات على إمتصاص العناصر الدقيقة فى الأراضي القاعدية حيث يكون ذوبان هذه العناصر شديد الإنخفاض .

وهو يرى أن الأيونات فى الطور الصلب المدمصه على سطوح الحبيبات يمكنها أن تنتقل إلى جذور النبات مباشرة دون الانتقال إلى الطور السائل من النظام الأرضي عن طريق التبادل باللامسة Contact exchange وتعتمد نظريته فى التبادل باللامسة على أن مجموعات

الأيونات Ion swarms على الجذور وعلى سطوح حبيبات الطين تتداخل مع بعضها وينتج عن هذا التداخل أنها تتبادل أماكنها على الطين والجذور دون الحاجة إلى وسط سائل .

ومن رأيه أن كلاً من الوسيطتين - المحلول الأرضي والتبادل بالملامسة - تساهم في مد النبات بحاجته من العناصر في النظام الأرضي وأن طريقة المحلول الأرضي تكون سائدة بالنسبة للعناصر الغذائية الأساسية في الأراضي الطينية فالتبادل بالملامسة يكون هو الفعال في مد النبات بحاجته منها وعصوباً من العناصر الصغرى .

ويتوقف يسر Availability العناصر المغذية المدمصة على سطوح الطين للنبات عن طريق التبادل على عدد من العوامل منها :

- نسبة تشبع الطين بالعنصر .
- الأيونات المرافقة .
- نوع الطين أو المركب الغروي وسعته التبادلية . - نوع النبات .

غير أننا نوجه النظر إلى أن كلاً من هذه العوامل لا يتفرد بالتأثير على إمتصاص العنصر المدمص على سطح المركب الغروي مستقلاً عن بقية العوامل بل تعمل هذه العوامل مجتمعة ويؤثر كل منها على الآخر .

أثر نسبة تشبع الطين بالعنصر

كلما إنخفضت نسبة تشبع الطين بالعنصر كلما قل يسر هذا العنصر للنبات ويذكر كثير من الباحثين أن البوتاسيوم يصبح غير ميسور للنبات

إذا قلت نسبته على سطح الطين عن ١٪ من السعة التبادلية الكاتيونية للطين بينما يجب أن تزيد نسبة تشبع الطين بالكلسيوم عن ٣٠٪ حتى يكون ميسور للنبات وقد أوضح الجبلى (١٩٥٥) أنه كلما زادت نسبة تشبع الطين بالعنصر كلما زاد المقدار الذي يمتصه .

أثر الأيونات المرافقة

لوحظ أنه عند نسبة تشبعية معينة لعنصر ما أن إمتصاص النبات لهذا العنصر يتأثر بنوع الكاتيون المدمص المرافق له على سطح الطين فإذا كان الكاتيون المرافق ضعيف الارتباط بهذا السطح كان إمتصاص العنصر منخفضاً وإذا كان ارتباط الكاتيون المرافق قوياً إرتفع إمتصاص العنصر .

أثر نوع الطين وسعته التبادلية

يرى الجبلى وفيكلاندر (1955) Elgabaly & Wiklander أن إمتصاص النبات للعناصر الأحادية والثنائية المدمصة يتأثر بالسعة التبادلية للطين . فكلما زادت السعة التبادلية الكاتيونية للطين فإن إمتصاص النبات للكاتيونات الأحادية يزداد ، وأوضحا ذلك بإستعمال راتنج Resin وطين بتوننايت Bentonanite وكاولينايت Kaolinite لها سعات تبادلية كاتيونية ١٧٠ ، ٧٠ و ٣٨ ملليمكافىء / ١٠٠ جم من كل منها على التوالي وتحتوى نسباً متماثلة من الصوديوم إلى المغنيسيوم أو الصوديوم إلى الباريوم المحمولة على سطوحها فكانت نسبة الصوديوم التى إمتصها النبات فى حالة الراتنج ذي السعة التبادلية العالية أعلى من نسبة المغنيسيوم

أو الباريوم الممتصين ولكن نسبة المغنيسيوم أو الباريوم التي إمتصها النبات في حالة الكاؤولينايت فاقت نسبة الصوديوم الممتص .

أثر نوع النبات

سبق أن أوضحنا أن لجذور النبات سعة تبادلية كاتيونية فعند نمو النبات في الأرض يحدث تنافس بين سطوح الجذور و سطوح الطين على الكاتيونات وتزداد قدرة النبات على الحصول على الكاتيونات الثنائية كلما إزدادت سعتها التبادلية الكاتيونية .

وقد سبق أن أشرنا إلى رأى ماتسون فى ذلك وقد أوضح الجبلي وفيكلاندز هذا العامل بوضع جذور البسلة ذات سعة تبادلية كاتيونية ٧١ ملليمكافى/ء' ١٠٠ جم وجذور الشعير ذات سعة تبادلية كاتيونية ٢٢,٧ ملليمكافى/ء' ١٠٠ جم فى معلق من الطين المشبع بالكلسيوم + الصوديوم لمدة ١٠ ساعات فإمتصت جذور البسلة من الكلسيوم ضعف ما إمتصته جذور الشعير منه بينما إمتصت جذور الشعير من الصوديوم ٤ أمثال ما إمتصته جذور البسلة منه .

انتقال الأيونات إلى داخل الجذور

اقترحت عدة آليات لتفسير دخول الأيونات خلايا الجذر وتراكمها فيها وبعض هذه الآليات لا يرتبط كثيراً بعمليات الأيض فى النبات فدور العمليات الحيوية فى النبات فى هذا النوع من الإمتصاص غير أساسى

ويطلق عليه إمتصاص سلبي أو غير أبيض Passive or Non Metabolic وبعضها الآخر يفسر الإمتصاص بإرتباطه المباشر بالأبيض ولذا فلدور النبات فيه إيجابي ويطلق عليه إمتصاص إيجابي أو أبيض Active or Non Metabolic .

أولاً : الإمتصاص السلبي

اقترحت ثلاث آليات لتفسير حدوث هذا النوع من الإمتصاص هي :
الإنتشار ، توزيع دونان والتبادل .

(أ) الإنتشار Diffusion

هو أكثر الآليات التي تفسر الإنتقال السلبي للأيونات وضوحيًا فحيثما وجد فرق بين نقطتين في تركيز أو نشاط activity المادة المذابة Solute توجد (رغبة) في تحرك هذه المادة في الوسط المذيب متجهة من التركيز أو النشاط المرتفع نحو التركيز أو النشاط المنخفض ليقترّب التركيز في النقطتين من التساوي، ومعدل الإنتقال يحدده الفرق بين التركيزين ويتناسب طردياً مع هذا الفرق وتستطيع الخلايا الحصول على المواد المذابة في المحلول الخارجي المحيط بها بآلية الإنتشار هذه متى وجد فرق بين تركيزها داخل الخلية وفي الوسط الخارجي .

ومن رأى دانيلى Denielli أن الإنتشار يكون متقطعاً فتسرع حركة المذاب في أحد المواقع في النظام System بين نقطة وأخرى بينما تكون

هذه الحركة فى موقع آخر مجرد ذبذبة يتأرجح فيها جزئى المادة المذابة ويحتفظ الجزئىء بموقعه هذا نتيجة للقوى المحيطة به ويعتبر كأنه يحاط بمجهود مانع لا يستطيع أن يتخطاه إلا إذا حصل على جهد حركى يسر له الانتقال حتى إذا فقد هذا الجهد فإنه يقف، ومعروف أن الإنتشار يتأثر بالحرارة ويحدد الجهد المانع الذى أشرنا إليه (المعامل الحرارى للإنتشار) .

واقترح دانيلى نظرية الإنتشار الميسر Faciliated Diffusion وتتميز بما يلى :

١- يودى إنتقال الجزئيات إلى تساوى التركيز داخل الخلية وفى المحلول الخارجى .

٢- معدل إنتقال الجزئيات إلى داخل الخلية لا يتناسب طرديا مع زيادة تركيزها بالمحلول الخارجى .

٣- لا يتأثر الإنتقال بالإنتشار بالسموم التى تعطل النشاط الأيضى .

ويحدث نفاذ الأيونات إلى داخل الجذر خلال مسافات خالية Free spaces فى أنسجته وتعتمد نظرية الإنتقال بالإنتشار على أن المحلول الخارجى يمتد إلى داخل الجذر خلال هذه المسافات ولذا فإنتشار الأيونات من المحلول الخارجى إلى الخلايا خلال هذه المسافات يعتبر عملية عكسية أى يمكن أن تنتشر الأيونات من الخلايا إلى المحلول الخارجى ويحكم إتجاه حركة الأيونات فرق التركيز .

وإنتشار الأيونات يتبع قوانين تماثل القوانين الخاصة بمجهود

الإلكترونيات Chemical Potential وفى حالة إنتشار الأيونات فالأمر قد يختلف لأن نفاذية الغشاء لأي أيون تتوقف على بقية الأيونات فى النظام ونفاذ الكاتيون "أ" مثلاً خلال الغشاء يحدده نفاذ الأنيون "ب" وكذا قدرة الكاتيون "أ" نفسه على الحركة خلال الغشاء فإذا كان الغشاء ذا شحنة سالبة مثلاً فإنه يكون طارداً للأنيونات ذات الشحنات السالبة وجاذباً للكاتيونات بجانب الغشاء وزيادة فرق الجهد الكهربائي ويساعد ذلك على نفاذ الكاتيونات بينما يعوق الأنيونات .

ويتضح من ذلك أنه إذا كان إنتشار الأيونات خلال نظام متحانس لا يميز الأيونات السالبة أو الموجبة فإن حالة الإتزان يحكمها فرق الجهد الكيميائي أما إذا تكون فرق فى الجهد الكهربائي فإن ما يحكم الإتزان هو الجهد الكهربائي Electrochemical Potential ويعبر عن الجهد الكيميائي $u_1 = u_1^0 + R T \ln a_1$ والجهد الكهربائي الكيميائي : $u_1 = u_1^0 + R T \ln a_1 + ZFE$ حيث "a₁" التركيز النشط للأيون ، "Z" التكافؤ ، "F" عدد فردى و "E" الجهد الكهربائي .

(ب) توزيع دونان Donnan Distribution

سبق أن أوضحنا بعض الأساسيات المتصلة بتوزيع دونان للكاتيونات والأنيونات على جانبي غشاء نصف منفذ وبمقتضى هذا التوزيع يزداد تركيز الأيونات داخل الخلية كلما زاد تركيزها فى المحلول الخارجى ويحكم حالة الإتزان الجهد الكهربائي الكيميائي لوجود فرق فى الجهد

الكهرى راجع إلى إختلاف نفاذ الكاتيونات عن الأنيونات بالإضافة إلى فرق التركيز .

ولانتقال الأيونات داخل الخلية بتوزيع دونان عملية فيزيائية لأنها تتم نتيجة لفرق الجهد الكهرى الكيمى دون حاجة إلى جهد من جانب خلية النبات .

(ج) التبادل Exchange

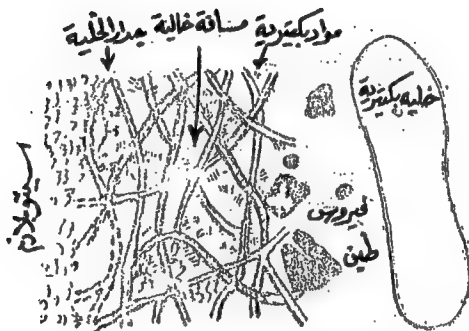
أوضحت دراسات بنى Jenny وزملاؤه النقاط الآتية :

- ١- باستخدام نباتات الرسيم الحجازى الصغيرة النامية فى أرض حجرية قاعدية التأثير فإن إمتصاص الحديد يتناسب طرديا مع حبيبات أو كسيد الحديد الصلبة التى تلامس الجذور .
- ٢- للسطوح الماصة Exchangers مثل الأمبرلايت والجذور فى حالة تشبعها بالهيدروجين القدرة على هدم حبيبات أو كسيد الحديد عند تلامسها معها .
- ٣- أيونات الحديد التى نتجت عن هدم أو كسيد الحديد والموجودة عند السطح الخارجى لغشاء الإمبرلكس أو قطع من الجذور التى إستخدمها فى دراسته تنتقل خلال هذه الأغشية المنفذة بواسطة الانتشار والتبادل إلى داخل الجذر .

تفسير بنى لإمتصاص الحديد فى البيئات القاعدية

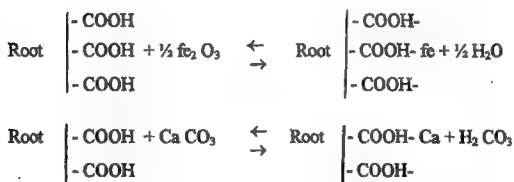
يوضح شكل رقم (٢) رسما تخطيطيا لجدار الخلية فى سطح الجذر مبنا على دراسات Fry - Wyssling وسمك الجدار ١ ميكرون ويتكون

إطار بناء الخلية من ألياف سيلولوزية ذات قطر نحو ٢٠٠ أ (أ - المجهر) وبين هذه الألياف فجوات مملوءة بالماء والمواد المنابة والغازات وهذه الفجوات هي المسافات الخالية Free Spaces أو مملوءة بنواتج الأرض مثل الميميسيليلوز والمواد البكتينية وغيرها ومعروف أن مجموعات الكربوكسيل ك COO^- الحرة هي المسئولة إلى حد كبير عن السعة التبادلية الكاتيونية للحلور .



شكل (٢): رسم توضيحي للخلية والنظام الأرضي

وبالشكل رقم (٢) نجد على يسار جدار الخلية بالإتجاه إلى داخلها يوجد السيتوبلازم وعلى اليمين توجد الأرض وتمثل الأجسام السوداء بالرسم أو أكسيد الحديد أو حبيبات الطين فى حجوم غروية وأقصى اليمين يوجد رسم لخلية بكتيرية "ب" وحبيبة فيروسية "ف" للمقارنة والمسافة بين الخلية البكتيرية والحافة اليمنى للخلية. الجذرية تمثل المحلول الأرضى الذى يحتوى الجزيئات للذابة ويمكن للمحلول أن يتحرك خلال القنوات الواسعة بجدار الخلية متحفا من اليمين إلى اليسار نتيجة النتح وبالنسبة إلى أن أيونات الحديد بمحلول الأراضى الجيرية نادرة الوجود فيبدو أن هذه القنوات الواسعة قليلة الأهمية بالنسبة لمقدار الحديد الذى يدخل الجنور . ومن رأى بنى أن الموقع الهام بالنسبة للإمساك بالحديد هو نقط تلامس أو أكسيد الحديد مع البكتين المغطى بمجموعة الكربوكسيل .



والحديد والكلسيوم اللذان يتحصل عليهما بهذه الطريقة يمكن أن ينتشرا خلال الجزء البكتينى من جدار الخلية عكس تيار من أيونات الهيدروجين الناتج عن النشاط الأيضى وكذا أيضا عكس تيار من الإلكترونات إذا كان من الضروري أن يكون الحديد فى صورة ثنائية

وليست ثلاثية وعمجرد أن يصل الحديد إلى السيتوبلازم فإنه يتحرك عن طريق آليات الأيض .

ويذكر أن المسافة بين مواقع التبادل Exchange Sites على الجذور تبلغ نحو ١٦,٥ أ° ولكن بالنسبة إلى أن جذور الخلايا تسمح بدخول بعض الجزيئات العضوية التي يصل حجمها إلى ٥٣ أ° فلا بد أن هناك قنوات ومسافات واسعة كما أنه لابد من وجود مناطق تكون المسافة بين مواقع مجموعات الكربوكسيل فيها أقل من ١٦,٥ أ° وهذه المناطق تشير إلى وجود ثغور وقنوات تحتوى كثافة عالية من الشحنات وعلى ذلك فإن جدار الخلية الجذرية يمكن إعتبار أنه ذو قنوات ضيقة عملة بشحنات كثيفة وأخرى واسعة ذات شحنات ضعيفة .

وفى القنوات الواسعة تنتشر الجزيئات العضوية والأزواج الأيونية نحو الداخل أو قد تحمل مع تيار الماء الداخل إلى الجذر نتيجة النتح من اليمين إلى اليسار بشكل (٢) ولا تتدخل مواقع التبادل عبر القناة الواسعة ولكن أيونات الحديد التى قد تكون مرتبطة بأحد مواقع التبادل هذه تترسب فوراً بواسطة المحلول الأرضي قاعدي التأثير فى الأرض الجيرية .

أما فى القنوات الضيقة ذات القطر ٥ أنجستروم مثلاً فإن كثافة مجموعات الكربوكسيل عالية لدرجة أنها تطرد لو كان لها قدرة إختيارية وفى المسام والقنوات الضيقة تتداخل الكاتيونات المختلفة بعضها مع بعض فى شكل محلول كاتيوني Cation Solution ، والحديد الذي يرتبط مع مجموعة الكربوكسيل على جدار الخلية الجذرية ينتشر إلى داخل الخلية

الجزئية من اليمين إلى اليسار بشكل (٢) عكس تيار من أيونات الهيدروجين التي تتكون في السيتوبلازم والتي تتحرك من اليسار إلى اليمين والعملية تشبه عملية تبادلية إنتشارية فتقفز فيها أيونات الحديد من مجموعة ك أأ COO إلى أخرى وبالنسبة إلى عدم دخول أنيونات فلا يترسب الحديد وحركة الماء خلال هذه القنوات شديد البطء.

ويستطرد بنى ليحسب الوقت اللازم لأيون الحديد الملمص المرتبط بمجموعة الكربوكسيل ليعبر جدار الخلية ذا سمك ١ ميكرون مستخدما في ذلك معادلة لاينشتاين وينتهي إلى أن هذا الوقت نحو ٢,٨ ثانية وبالتالي فعملية العبور نفسها سريعة ولا تعتبر عاملا محمدا لمقدار الحديد الذي يدخل الخلية ويشير إلى أن العامل المحدد يقدر على الجدار الخارجي للخلية حيث يجب أن يوجد عدد من مواقع التبادل مشغولة بالهيدروجين حتى يضمن تيار من أيونات الحديد إلى داخل الخلية ولما كانت مواقع التبادل المغطاة بالكلسيوم أو المغنيسيوم أو الصوديوم لا تهاجم أو أكسيد الحديد يتضح أنه يجب أن يكون جزء من السطح المعرض الخارجي للخلية مشغولا بالهيدروجين أى تكوين مجموعة الكربوكسيل حامضية (ك أأ يد COOH) وأن تقل كذلك بواسطة تيار من أيونات الهيدروجين الذى يتجه دائما نحو الخارج بواسطة التبادل والإنتشار كما أوضحنا .

وعملية التحميص بالهيدروجين هذه تصبح صعبة إذا كانت كربونات الكلسيوم بالنظام الأرضي فى صورة حبيبات دقيقة مما يتيح لها عددا من

نقط التلامس مع سطح الجذر وكذا الحال إذا مرر تيار من محاليل هيدروكسيد أو كربونات أو بيكربونات الكالسيوم حول الجذور تقل مجموعة ك⁺ أ⁺ يد على سطح الجذور ولعل ذلك سبب ظهور الإصفرار المؤقت على كثير من الحاصلات في أعقاب المطر الغزير أو الري .

ثانيا : الإمتصاص الإيجابي Active Uptake

يعتبر الإمتصاص عملية إيجابية إذا إتصف بالخواص الآتية :

- ١- المعامل الحراري مرتفع ويقرب من المعامل الحراري للتفاعلات الأنزيمية .
- ٢- معدل الإمتصاص ليس دالة خطية للفرق بين تركيز الأيونات في الوسط الخارجي وفي داخل الخلية ولكن تراكم الأيونات داخل الخلية دالة لتركيزها خارجها إذا كان المحلول مخففا ويصبح مستقلا في حالة المحلول ذي التركيز المرتفع .
- ٣- معدل الإمتصاص شديد الاختلاف بالنسبة للمواد متساوية الحجم والمتشابهة في درجة ذوبانها في الليندات .
- ٤- يمكن أن يتوقف الإمتصاص نتيجة لأثر عدد من السموم .
- ٥- تجمع كل من الكاتيونات والأنيونات داخل الخلية لا يصحبه ظهور كاتيونات أو أنيونات أخرى بالمحلول الخارجي كما في آلية التبادل .
- ٦- يستمر تراكم الأيونات داخل الخلايا من المحاليل المخففة حتى ولو كان التركيز داخل الخلية أعلى كثيرا منه خارجها ،

وتراكم الأيونات أو إنتقالها الإيجابي عملية مستقلة ليس من الضروري أن يسبقها انتقال سلبى وتقوم الخلية ببذل جهد فيه وقد يحدث الإنتقال السلبى والإيجابى معا فى أى خلية تمتص الأيونات تحت الظروف الطبيعية وأهمية كل من النوعين بالنسبة للآخر تتوقف على نوع النبات وطور النمو والوسط الذى يوجد به النبات وتدخل بعض الأيونات الضرورية لتغذية النبات الخلية أساسيا بواسطة التبادل بينما تدخل أيونات أخرى أساسيا بواسطة الإمتصاص الإيجابى .

وتحتاج عملية التراكم إلى طاقة ليزداد تركيز الأيونات فى الخلايا بصفة مستمرة وتمنع عودة الأيونات إلى الوسط الخارجى والمصدر الذى يمد النبات بهذه الطاقة هو عملية التنفس وكان Lundgardh & Burstrom من أول من لاحظ أن زيادة تركيز الأملاح على سطوح الجنذور التى تنفس فى الماء يصحبها زيادة فى استهلاك الأوكسجين وإخراج ثانى أوكسيد الكربون ولذلك فقد سمي هذا التنفس بتنفس الأنيونات أو تنفس الأملاح Anion or Salt Respiration وأوضح Hoagland & Broyer أن إمرار تيار من الأوكسجين فى محاليل مخففة غمرت بها جذور شعير مفصولة يودى إلى تراكم الأملاح داخل خلايا الجنذور بينما إمرار تيار من النتروجين بدلا من الأوكسجين يودى إلى نقص تراكم الأملاح أو توقفه .

ويرتبط تراكم الأملاح مع عملية الأيض Metabolism فى الخلية

فالتنفس يؤدي إلى إنطلاق الهيدروجين من الكربوهيدرات وينتقل هذا الهيدروجين ليتحد مع أكسجين الجو مكونا ماء ويتم هذا الانتقال بواسطة مجموعة من المواد يطلق عليها سيتوكرومات Cytochromes ويساعد في هذه العملية إنزيم أكسيداز السيتوكروم Cytochrome Oxidase ويرى لندجارد أن العامل المساعد في حالة " تنفس الأملاح " مركب يحتوي الحديد الهمين Hemin بينما يكون في حالة التنفس العادي أو التنفس الأرضي Ground respiration إنزيم آخر .

ويفسر Lundgardh تجمع الكاتيونات داخل خلايا الجذر على أساس إنطلاق الهيدروجين فتبادل معه الكاتيونات التي أدمصت على سطح الجذر في طريقه من داخل الخلية إلى خارجها ويفسر جميع الأنيونات على أساس أن الحديد يتغير تكافؤه من الثنائي إلى الثلاثي فيفقد إلكترون ويرتبط بأنيون بدلا من الإلكترون المفقود وأنه توجد موجات من الإلكترونات من الداخل إلى الخارج وبالتالي تستطيع الأنيونات أن تنتقل في الاتجاه المضاد من الخارج إلى الداخل .

المراجع REFERENCES

أولاً (مراجع باللغة العربية :

- عبد المنعم بليغ (١٩٨٢) "مخصوبة الأراضى والتسميد".
- عبد المنعم بليغ (١٩٩٠) "استزراع الصحارى والمناطق الجافة فى مصر والوطن العربى".
- أ.د. عبد المنعم بليغ "الأرض والماء والتنمية فى الوطن العربى".
- عصام قريش (١٩٨٧) - رسالة علمية للدرجة الماجستير فى علوم الأراضى - كلية الزراعة جامعة الإسكندرية ١٩٨٧ .
- "Vesicular. Arbuscular My corhiza As Bio Fertilizer in Field and Pot Experiments".

ثانياً (مراجع باللغة الإنجليزية :

- Experiments in Soil Bacteriology (1949) Allen, O.N.
- Yearbook of Agriculture. US. Dept. of Agriculture.
- Plant Diseases. Farb Peter.
- The living soil. US. Dept.
- Bacterial chemistry. Porter.
- Yearbook of Agriculture Insects US Dept of Agric.
- Raychaudry, S. P. (1966) Land And Soil.

- Black, C.A. Soil plant Relationships.
- Charley, J.L. and Jenny, H. 1966.
- El-Gabaly, 1969, Soil Sci. 69, 167-173.
- Jenny, Factors of Soil Formation Contact Exchange phenomenon
- Nasseem, M.G. 1967 Msc. Thesis, College of Agric Univ. of Alex.
- Sauchelli, V. 1969 Trace Elements in Agric.
- Barthlomw and clark 1965. Soil Nitrogen.
- Wicklander, L. and MM. El-Gabaly 1955, Soil Sci. 80, 91-93.

كتب علمية وثقافية للأستاذ الدكتور عبد المنعم بليغ

Published Books by: Prof. Dr. A.M. Balba

باللغة العربية

١- فحص الأراضي Soils Examination ١٩٦٩ (٢٠٠ صفحة) - دار المعارف .

٢- خصوبة الأرض والتسميد (الطبعة الرابعة ١٩٨٠)
Soil Fertility and Fertilization 4th. Edn.
(٥٨٠ صفحة ٥٦ جدول - رسوم توضيحية - مراجع) - دار المطبوعات الجديدة -
الأسكندرية .

٣- استصلاح وتحسين الأراضي (الطبعة الخامسة ١٩٨١)
Land Reclamation and Improvement 4th. Edn.
(٦٦٤ صفحة - جداول - ٣٣ رسم توضيحي - مراجع) - دار المطبوعات
الجديدة - الأسكندرية .

٤- الأرض والإنسان في الوطن العربي - (دار المطبوعات الجديدة) .
Soils and Man In The Arab Countres

٥- أضواء على الزراعة العربية - (دار المطبوعات الجديدة) .
Light on Arab Agriculture

٦- المجر Hungary ١٩٦٩ - (دار المعارف) .

٧- الأثرية المتأثرة بالأملاح ١٩٧٩ - (الناشر FAO - روما)
Salt - Affected Soils

(١٣٥ صفحة قطع كبير - جداول - ٢٣ رسم توضيحي - مراجع) .

٨- مصطلحات علم الأراضي الإنجليزية ومرادفاتها العربية ١٩٨٢
Arabic - English Expressions in Soil Science

(٢٠٠٠ مصطلح - ٨٠ صفحة - أ.د عبد المنعم بليغ) .

- ٩- أمس واليوم وغدا ١٩٨٤ (آراء ومقترحات عن الجامعات المصرية)
Yesterday, Today & Tomorrow (Suggestions Concerning The Egyptian Universities).
- ١٠- البحث العلمى...صانع التقدم Scientific Research The Maker of Progress
- ١١- الماء مآزق...ومواجهات Water and its Role in Development
(دار المطبوعات الجديدة - منشأة المعارف) .
- ١٢- الأسمدة والتسميد ١٩٩٨ - منشأة المعارف. Fertilizers and Fertilization
- ١٣- استزراع أراضي الصحارى والمناطق الجافة فى مصر والوطن العربى ١٩٩٧
- منشأة المعارف .
- Utilization of Desert Soils la Arab Countries
- ١٤- الأرض والماء والتنمية فى الوطن العربى ١٩٩٩ منشأة المعارف.
Soils, Water and Development in Arab Countries
- ١٥- الأرض .. مورد طبيعى لخير البشر ١٩٩٩ منشأة المعارف.
The land, a Natural Resource for The Benefit of the People
- ١٦- التعبير الكمي عن استجابة المحاصيل للتسميد
(الناشر : جمعية أ.د. عبد المنعم بلع لبحوث الأراضي والمياه) .
- ١٧- تقويم وتثمين الأراضي الزراعية .. ١٩٩٩ منشأة المعارف .
- ١٨- عالم يحاصره التلوث - عام ٢٠٠٠ منشأة المعارف .
- 19- Management of Problem Soils in Arid Ecosystems. CRC, N.Y.
- 20- Calcareous Soils.
- 21- Nitrogen Relations with Soils and Plants.
- 22- Fifty Years of Phosphorus Studies in Egypt.
(pub. by: prof. Dr. A.M. Balba Sco. for Soil & Water Research.)

فهرس الكتاب

مقدمة

٣

الباب الأول

٧

الأرض والتربة

٩

قشرة الأرض

١٠

مكونات الأرض

١٤

الصورة الصلبة من النظام الأرضي

١٤

تكون التربة

١٥

الطين

١٧

أراضي السولونز

٢٤

تأثير الأملاح على نشاط الكائنات الدقيقة الأرضية

٢٧

تربة المناطق الممطرة وتربة المناطق الجافة

٢٩

أراضي الصحاري

٣١

الأراضي الجيرية

٣١

أثر كربونات الكسيوم على بسر الحديد للنباتات

٣٣

الأرض الجيرية كبيئة لنمو النبات

٣٣

المملكة النباتية

٣٥

إختراع المجهر

٣٦

للتركيب الداخلي لعقدة على نبات بقولي

٣٩

٤٩	أحياء التربة
٥٣	القطر
٦١	الفوسفور والميكروهيزا
٦٢	نمو وموت الخلايا
٦٣	دور البيئة البكتيرية
٦٤	طور التكيف والشباب الفسيولوجي
٦٤	العوامل المؤثرة على النمو
٦٥	طور الموت المعجل
٦٥	حشرات تعيش في باطن الأرض
٦٧	ديدان الأرض
٦٩	النمل
٧٠	مزارع تحت سطح الأرض
٧٢	أحياء أخرى تحت سطح الأرض

٨٢	العناصر الضرورية لتغذية النبات
٨٤	الأوكسجين
٨٥	الكربون
٨٦	الهيدروجين
٨٨	النيتروجين
٨٨	الفوسفور

٨٩	البوتاسيوم
٩٢	الكالسيوم
٩٢	المغنسيوم
٩٣	الكبريت
٩٤	العناصر الدقيقة
٩٦	دور التغذية في مقاومة النباتات للأمراض
١٠٠	إمتصاص النباتات للعناصر المغذية من الأرض
١٠٢	التبادل
١٠٢	الإزابة
١٠٣	التقييد
١٠٤	عامل القوة في المحلول الأرضي
١٠٤	القدرة الإمدادية للأراضي
١٠٦	تحريك الأيون إلى جوار الجذر
١١٠	أثر نسبة تشبع الطين بالعنصر
١١١	أثر الأيونات المرافقة
١١١	أثر الطين وسعته التبادلية
١١٢	أثر نوع النبات
١١٢	إنتقال الأيونات إلى داخل الجذور
١١٣	الإمتصاص السلبي
١١٣	الإنتشار
١١٥	توزيع دوفان
١١٦	تفسير ينى لإمتصاص الحديد في البيئات القاعدية
١٢١	الإمتصاص الإيجابي
١٢٤	المراجع

عالم يخص النلوث

دكتور

عبد المنعم بلع

أستاذ علوم الأراضي والمياه

قسم الأراضي والمياه - كلية الزراعة

جامعة الإسكندرية

١٤٢٠ هـ - ٢٠٠٠ م

كتب علمية وثقافية للأستاذ الدكتور عبد المنعم بليغ

Published Books by A.M. Balba

باللغة العربية

- 1- فحص الأرضي (١٩٦٩، ٢٠٠٠ ص- دار المعارف) Soils Examination
- 2- خصوبة الأرضي والتسميد (الطبعة الرابعة ١٩٨٠ - ٥٨٠ صفحة ٥٦ جدول ، رسوم توضيحية ، مراجع دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية) Soil Fertility and Fertilization 4th. Edn
- 3- استصلاح وتحسين الأرضي (الطبعة الرابعة ١٩٨١ - ٦٦٤ صفحة - جدول ٣٢ رسم توضيحي مراجع دار المطبوعات الجديدة - الإسكندرية) Land Reclamation and Improvement 4th. Edn
- 4- الأرض والإنسان في الوطن العربي (دار المطبوعات الجديدة) Soils and Man In The Arab Counters
- 5- أنشواء على الزراعة العربية (دار المطبوعات الجديدة) Light on Arab Agriculture, 2
- 6- المجر (١٩٦٩ - دار المعارف) Hungary
- 7- الأثرية المتأثرة بالأملاح (١٩٧٩ - ١٣٥ صفحة قطع كبير - جدول ٢٣ رسم توضيحي ، مراجع الناشر - روما) Salt - Affected Soils
- 8- مصطلحات علم الأرضي الإنجليزية ومرادفاتها العربية (١٩٨٢ - ٢٠٠٠ مصطلح - ٨٠ صفحة) Arabic-English Expressions in Soil Science
- 9- أمن واليوم وغدا (١٩٨٤ - آراء ومقترحات عن الجامعات المصرية) Today & Tomorrow. Suggestions Concerning the Egyptian universities
- 10- البحث العلمي صنائع التقدم Scientific Research The Maker of Progress
- 11- الماء مآزق .. ومواجهات (دار المطبوعات الجديدة) Water and its Role in Development
- 12- الأسمدة والتسميد (١٩٩٨ منشأة المعارف) Fertilizers and Fertilization
- 13- استزراع أراضي الصحارى والمناطق الجافة في مصر والوطن العربي (١٩٩٧ منشأة المعارف) Etilization of Dessert Soils la Arab Counties
- 14- الأرض والماء والتنمية في الوطن العربي (١٩٩٩ منشأة المعارف) Soils, Water and Development in Arab Counties
- 15- الأرض.. مورد طبيعي لخير البشر (١٩٩٨ منشأة المعارف) The land A Natural Rescuer for The Benefit of People
- 16- تقويم وتأمين الأرضي الزراعية (منشأة المعارف) Evaluation - and pricing of Agricultural land
- 17- Management of Problem Soils in Arid Ecosystems. CRC, N.Y.
- 18- Calcareous Soils.
- 19- Nitrogen Relations with Soils and Plants.
- 20- Fifty Years of Phosphores Study in Egypt. pub Prof. A.N. Balba Soc. for Soil & Water Research.

عبد المنعم بلبع



- أستاذ علوم الأراضى والمياه بقسم الأراضى والمياه بكلية الزراعة بجامعة الإسكندرية منذ عام ١٩٧٠ .

- اصدر كتباً متعددة فى علوم الأراضى والمياه ونشر أكثر من ثمانين بحثاً فى هذا المجال فى الدوريات العلمية المصرية والأجنبية .

- اصدر ورأس تحرير مجلة الاسكندرية لتبادل العلوم Exch Alex.Sci لتدعم النشر العلمى فى وقت كان النشر العلمى فى مصر يمر بأزمة خانقة .

- تخرج فى كلية الزراعة بالقاهرة ثم حصل على دبلوم على فى الاحصاء من معهد الإحصاء بجامعة القاهرة والتحق بمعهد الصحافة بجامعة القاهرة

ولكنه قبل أن يتم دراسته فيه أوفد إلى الولايات المتحدة الأمريكية حيث حصل على درجة الماجستير من جامعة اريزونا سنة ١٩٥٣ ثم حصل على درجة الدكتوراه من جامعة البنوى سنة ١٩٥٦ وعاد إلى مصر حيث التحق بعمله قبل سفره إلى الولايات المتحدة -أخصائياً فى قسم الكيمياء -بوزارة الزراعة ثم عين مدرسا بقسم علوم الأراضى بكلية الزراعة بجامعة الإسكندرية حيث يعمل حتى اليوم متدرجاً إلى وظيفة أستاذ .

- وخلال هذه الفترة الطويلة ساهم فى تدريس مقررات علم الأرض مرحلة البكالوريوس والدراسات العليا وقام بدراسات متعددة فى مجالات هذا العلم منها دراسات إستصلاح واستزراع الأراضى ودراسات النتروجين والفوسفور واليوتاسيوم وكيمياء الصور السمادية المختلفة فى الأراضى المصرية ومدى حاجة المحاصيل المصرية للعناصر الكبرى فى الأرض على اختلاف أنواعها .

- وقد اهتم الكاتب بالتعبير الكمي عن استجابة المحاصيل للتسميد وحساب كفاءة السماد والتعبير رياضياً عن أثر العوامل المختلفة سواء الأرض أو درجة الملوحة وغيرها على كفاءة هذا السماد وتصحيح بعض المفاهيم التى كانت شائعة فى تقدير خصوبة الأراضى وحساب الإضافة الاقتصادية من السماد .

- وفى مجال الحصر التصنيفى للتربة قام الكاتب بعمل أول حصر تصنيفى لإراضى الساحل الشمالى الغربى .

- كما ساهم فى دراسات مدى تلوث مياه غرب الدلتا .

- وقد دأب الكاتب على المساهمة فى لجان تطوير التعليم الجامعى وما يعقد من مؤتمرات لهذا الغرض ونشر مقالات متعددة ذات صلة وثيقة به وقدم مذكرة لمؤقر إدارة وتنظيم الجامعات .

- وقد ساهم الكاتب فى العديد من المؤتمرات الدولية ورأس بعض جلساتها وقد أتاح ذلك له زيارة جميع الدول العربية والعديد من دول العالم الأخرى بأوروبا وأمريكا وكانت هذه المؤتمرات فرصة يندر أن تتاح للكثيرين وتحدث إلى العديد من أكبر خبراء هذا التخصص .

- وقد كلفته اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا ESCWA بكتابة التقرير القطرى عن برنامج الأمم المتحدة UNEP بتقدير تكلفة مقاومة التصحر فى العالم ثم اقده إلى سلطنة ع مقاومة التصحر فيها ورأس لجنة كونتها عدة منظمات دولية هى منظمة الغذاء والزراعة ومنظ UNESCO وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية UNEP لدراسة حالة تصحر الأراضى بالملكة الأ وأفدته منظمة الزراعة العربية رئيساً للجنة من خبراء عدة دول لدراسة تهدف إلى تحسين إنتاج ولاية مكناس بالملكة المغربية .

- ودعته منظمات UNESCO,FAO والجمعية الدولية لعلوم الأراضى للمساهمة فى اجتماعات إراضى العالم فى جنيف وروما ثم دعته منظمة FAO لوضع كتاب قامت بنشره عن الأراضى الملحة

- وعينته وزارة الزراعة المصرية رئيساً لمناوبا للجنة من الخبراء المصرين وغيرهم لدراسة بحوث الأراضى وحالة المعامل على مستوى الجمهورية وأصدر مكتب المنظمة فى الشرق الأوسط كتاباً عن أعمال اللجنة .

- وفى السنوات العشرين الأخيرة قام الكاتب بوضع نحو عشرين كتاباً باللغة العربية والإنجليزية تعتبر مرجعاً للدارسين فى هذا المجال والعاملين فيه فى أنحاء الوطن العربى .

- حاصل على جائزة الدولة التقديرية فى العلوم الزراعية عام ٢٠٠١

